

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS  
TA‘LIM VAZIRLIGI**

---

**O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIMI MARKAZI**

---

**Q.ODILOV, Q.ODILOV**

# **UMUMIY ELEKTROTEXNIKA VA ELEKTRONIKA ASOSLARI**

*Akademik litsey va kasb-hunar  
kollejlari uchun o‘quv qo‘llanma*

TOSHKENT — «ILM ZIYO» — 2005

31.2 9722  
029

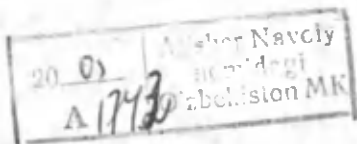
*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
O'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi Markazining ilmiy-metodik  
kengashi tomonidan nashrga tavsiya etilgan.*

Kitobda elektr va magnit zanjirlarida elektromagnit maydonida hodisalarning paydo bo'lishi hamda elektr va magnit zanjirlarini hisoblash qoidalari yoritilgan. Unda elektr va magnit zanjirlarida bo'ladigan jarayonlarning asosiy mazmuni, qonunlari va qoidalari, o'zgarmas va o'zgaruvchan toklar to'g'risida tushunchalar berilgan. Sinxron generatorlar va dvigatellar, transformatorlar, elektr o'lchov asboblari hamda elektr energiyasini ishlab chiqarish, uni uzatish va taqsimlash to'g'risida batafsil ma'lumotlar keltirilgan.

Shuningdek, sanoat, radio, televideniye, qishloq xo'jaligi, tibbiyotda hamda boshqa sohalarda ishlatiladigan elektronika asoslari to'g'risida so'z yuritilgan.

**Taqrizchilar:** **B.ABDULLAYEV** — Toshkent Davlat texnika universiteti «Nazariy va umumiy elektrotexnika» kafedrası mudiri, texnika fanlari nomzodi, dotsent; **T.USMONOV** — Respublika Elektrotexnika tibbiyot kolleji oliy toifali o'qituvchisi; **M.KOMILOV** — «Toshkent elektr tarmoqlari» OAJ bosh muhandisi o'rinbosari.

W 31179  
391



ISBN 5—8244—1466—12

© «ILM ZIYO» nashriyot uyi, 2005-y.

---

## KIRISH

Elektr energiyasini xalq xo'jaligida qo'llash — mehnat unumdorligini oshiribgina qolmasdan, balki mashina va mexanizmlarni avtomatlashtirish imkonini yaratadi. Shuning uchun ham elektr energiyasidan sanoat, qishloq xo'jaligi, transport va uy xo'jaligida keng qo'llanilyapti. Bu esa o'z navbatida elektr energiyasiga bo'lgan talabni oshirmoqda.

Hozirgi vaqtda respublikamizda katta quvvatga ega bo'lgan issiqlik va gidroelektrostansiyalar ishlab turibdi. Xususan, Toshkent GRES, Sirdaryo GRES, Yangiangren, Angren GRESlari, Chorvoq GESi, Qoraqalpog'istondagi Taxiatosh GRESlari mamlakatimizda muntazam ravishda elektr energiyasini ishlab chiqarmoqda. Mustaqil Respublikamizda bir yilda 50 milliarddan ortiq kilovatt-soat elektr energiyasi ishlab chiqariladi.

O'zbekiston elektr energiyasi ishlab chiqarishda dunyoda yetakchi mamlakatlar qatorida turadi. O'tgan davr mobaynida yurtimizda 500 ming, 220 ming, 110 ming, 35 ming, 6 va 10 ming voltga ega bo'lgan elektr liniyalari qurilgan. Aholining elektr energiyasiga bo'lgan talabini qondirishda hozirgi kunda 230 va 400 voltga ega bo'lgan elektr liniyalari xizmat ko'rsatmoqda.

Xalq xo'jaligining barcha sohalarini elektr energiyasi bilan ta'minlashda uning qulayligi eng asosiy omillardan biri sanaladi. Elektr energiyasini juda uzoq masofaga elektr liniyalar yordamida uzatish mumkin.

Elektr energiyasini har qanday quvvatli iste'molchilarga taqsimlash bilan bir qatorda, uning yordamida mashina va mexanizmlarni avtomatlashtirish imkoni bor. Elektr energiyani boshqa turdagi energiyalarga aylantirisa bo'ladi. Elektr energiya dvigatellari yordamida isitish va sovutish mashina va mexanizmlarini ishlatish mumkin. Elektr energiyasi tufayli radio, televideniye, simli va radioaloqalari ishlaydi. Kompyuterlar tarmog'i rivojlanmoqda.

Bularning hammasi malakali kasb egalari va mutaxassislarni yetishtirishni talab etadi. Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari kursi matematika, fizika, kimyo, chizmachilik va elektron hisoblash mashinalari fanlari bilimini talab etadi. Elektrotexnika va elektronika kursida olingan bilimlar xalq xo'jaligining hamma sohalarida ishlashga yo'llanma beradi.

Elektr energiyasidan barcha sohalarda keng ko'lamda ishlatilishiga uning quyidagi afzalliklari sabab bo'ladi:

— g'oyat katta miqdordagi elektr energiyasini uzoq masofaga uzatish;

— elektr energiyasini amalda har qanday quvvatdagi iste'molchilarga osongina taqsimlash. Masalan, quvvatni eng kam oladigan elektrustara, odamni uqalovchi elektr asbob, kalkulyator, tibbiy davolash asboblari va boshqalar;

— elektr energiyani mexanikaviy, issiqlik, yorug'lik, kimyoviy va boshqa turdagi energiyalarga osongina aylantirish mumkin.

Elektr energiyasini elektr dvigatellar yordamida mexanikaviy energiyaga aylantirish sanoatda, transportda, tibbiyotda, qishloq xo'jaligida turli mashinalarni va mexanizmlarni juda qulay texnik mukammal hamda iqtisodiy-foydali ravishda harakatga keltirishga imkon beradi.

Kimyo sanoatida esa ko'pgina texnologik jarayonlar elektr energiyasini kimyoviy energiyaga aylantirishga asoslangan. Masalan, metallar ajratib olishning elektroliz usullari, galvonotexnika va boshqalar.

**1-bob. ELEKTR TO'G'ARISIDA ASOSIY TUSHUNCHA**

**1.1. Elektr**

Energiya holati ko'rinishining bir turi elektr deyiladi. Energiya har xil ko'rinishda mavjud bo'lishi mumkin. Chunonchi, suv energiyasi, shamol energiyasi. Tabiatda ko'mir, neft, o'tin energiyasi ham bor. Bu energiya kimyoviy energiya deyiladi.

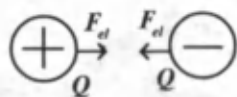
Energiya bir turdan ikkinchi boshqa bir turga o'tishi mumkin. Misol uchun, bug' energiyasini mexanik energiya orqali elektr mashinasi yordamida elektr energiyasiga aylantirish yoki bo'lmasa suvning harakatini elektr mashinasi yordamida elektr energiyasiga aylantirish mumkin.

«Elektr» so'zi yunoncha «elektron» ma'nosini bildiradi. Bu yunon tilida yantar deb ataladi.

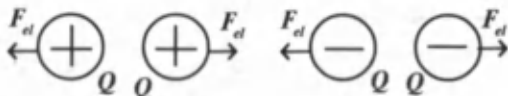
Eramizdan oldingi VII asrda yunonlar musbat va manfiy jismlar bir-biriga tortilishi va bir xil zaryadlar bir-biridan qochishini aniqlaganlar. 1.1.1—1.1.2-rasmlarda elektr zaryadlarining o'zaro ta'sir kuchlari ko'rsatilgan.

Elektr miqdorining birligi kulon  $K_m$  deyiladi, u  $6,25 \cdot 10^{18}$  elektronlar miqdori zaryadiga ega.

bu yerda:  $F_{et}$  — elektr zaryadi kuchi;  $Q$  — zaryad.



1.1.1-rasm. Har xil zaryadlarning o'zaro tortilishi.



1.1.2-rasm. Bir xil zaryadlarning bir-biridan qochishi.

## 1.2. O'tkazgichlar va izolyatorlar

Tabiatdagi jismlarni ikki turga bo'lish mumkin. Ular bir-biridan elektr-xususiyatlari bilan farq qiladi. Biri o'tkazgichlar, boshqalari esa izolyatorlar yoki dielektriklar deb ataladi.

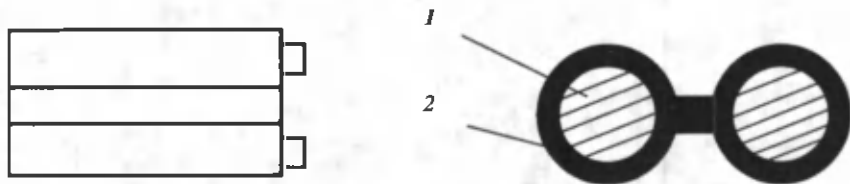
O'tkazgichlarning atomlari yadrolarida bir xil elektronlar yadrolari bilan bo'sh bog'langanlar, shuning uchun tashqi elektr zaryadlari ta'sirida ular yadrolarni yengil tashlab ketadi. Bunday elektronlar bo'sh yoki ozod elektronlardir.

Bo'sh yoki ozod elektronlar o'tkazgich jismlarda doimo harakatda bo'lib, tartibsiz bo'ladi. Bo'sh yoki ozod elektronlar harakat jarayoni davrida kichkina molekulalar bilan to'qnashib, ulardan yangi ozod elektronlarni chiqarib yuboradi. Chiqib ketgan elektronlarning o'rniga yangilari kelib joylashadi.

Agarda o'tkazgichga tashqaridan elektr maydoni ta'sir etsa, bo'sh tartibsiz elektronlar bir tomonga qarab harakatlanadi. Metall, ko'mir, suvdagi kislotalar va tuzlar elektrni yaxshi o'tkazuvchi hisoblanadi (1.2.1-rasm).

Tabiatdagi ko'p jismlar bo'sh elektronlarga ega emas. Ularda elektronlar tashqi elektr maydoni ta'sirida atomdan xalos og'adilar, lekin ularni tashlab ketmaydi. Bunday jismlarga shisha, marmar, farfor, rezina, ebonit, vosk va boshqalar kiradi.

Izolyatorlarga mineral moylar, havo va har xil laklar kiradi. Ular o'zgarmas tokni butunlay o'tkazmaydi. O'tkazgichlar va izolyatorlardan tashqari, yarim o'tkazgichlar ham bo'ladi. Yarim o'tkazgichlarga selen, misning chala oksidi, germaniy, oltingugurtli kumushsimon yumshoq metall (kadmiy), oltingugurtli qo'rg'oshin



1.2.1-rasm. Polivinilxlorid izolyatsiyali tok o'tkazgich metall:

1 – tok o'tkazgich metall; 2 – izolyatsiya.

va boshqalar kiradi. Shuni esda tutish kerakki, tabiatda toza o'tkazgichlar, toza izolyatorlar yo'q.

Birinchi turli metall o'tkazgichlardan tashqari, elektrotexnikada ikkinchi turdagi o'tkazgichlar ham ishlatiladi. Bular kislota eritmalari, tuzlari va ishqorlardir. Bunday eritmalarini elektrolitlar deb ataladi. Ikkinchi turdagi o'tkazgichlarda molekulalar musbat va manfiy ionlardan iborat bo'ladi.

Agarda bunday eritmalariga ikkita metall tayoqchasini o'rnatib, elektr energiyasiga ulasak, bunda ionlar ma'lum holatdagi zaryadlar tomoniga surila boshlaydi.

### 1.3. O'zgarmas tok elektr zanjiri

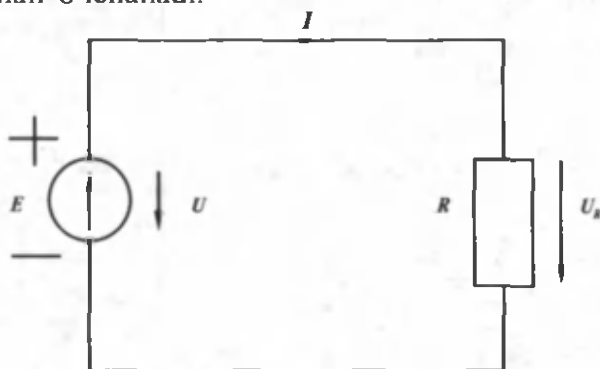
Elektr tokini hosil qiluvchi va uning oqib o'tishini ta'minlovchi qurilmalar yig'indisi elektr zanjiri deyiladi (1.3.1-rasm).

Elektr zanjirining asosiy qismlari manba (generator), iste'molchi va biriktiruvchi o'tkazgichlar (simlardan) iborat.

Elektr zanjiridan o'tayotgan tok:

$$I = \frac{U}{R},$$

bu yerda:  $E$  — o'zgarmas tok manbai;  $U$  — kuchlanish, volt bilan o'lchanadi;  $R$  — qarshilik, Om bilan o'lchanadi;  $I$  — tok kuchi, amper bilan o'lchanadi.



1.3.1-rasm. Elektr zanjirining eng sodda chizmasi:

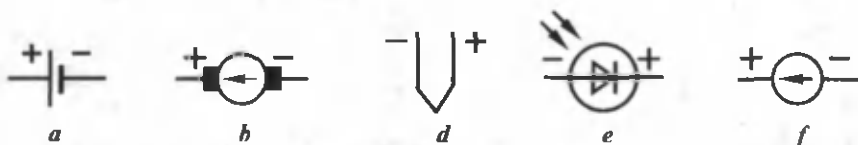
$E$  — manba (elektr yurituvchi kuch), E.Yu.K;  $R$  — iste'molchi (qarshilik), Om;  $I$  — tok kuchi, A;  $U$  — manbadagi kuchlanish, V;  $U_R$  — qarshilik uchlaridagi kuchlanish.

Vaqt birligida miqdori va yo'nalishi o'zgarmaydigan elektr toki o'zgarmas tok deb ataladi.

Zanjirdan vaqt birligi 1 sekund ichida kuchi 1 Amper (1 A) ga teng bo'lgan tok o'tsa, zanjirga zaryadlar miqdori 1 Kulon (1 K) ga teng bo'lgan elektr zaryadlari keltirilgan hisoblanadi.

Elektr energiya manbai bir necha xil bo'lishi mumkin. Birinchisi, elementlar manbai hisoblanib, iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlaydi. Ikkinchisi, elektr energiyasini boshqa turdagi energiyalarga aylantirib beradi (mexanika, issiqlik, yorug'lik, kimyoviy va boshqalar). Uchinchisi, elektr energiyasini manbadan elektr iste'molchilarga yetkazib beradi (o'tkazgichlar, uskunalar va boshqalar).

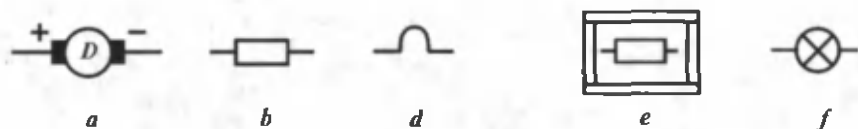
O'zgarmas tok manbalari galvanik elementlar, elektr akkumulyatorlar, fotoelementlar, elektromexanikaviy generatorlar, termoelektr generatorlardan iborat (1.3.2-rasm).



1.3.2-rasm. O'zgarmas tok manbalarining shartli belgilari:

a—galvanik va akkumulyator elementlari; b—elektr mexanikaviy generator; d—termoelektr generator (termopar); e—fotoelement; f—o'zgarmas tok elektr yurituvchi kuch (E.Yu.K.) manbasining umumiy belgisi.

O'zgarmas tokni mexanikaviy (elektrodvigatellar), issiqlik, yorug'lik, elektrolizga aylantiruvchi uskunalar iste'molchilar deb ataladi (1.3.3-rasm).



1.3.3-rasm. O'zgarmas tok iste'molchilarining shartli belgilari:  
a—elektrodvigatel; b—rezistor; d—isitish elementi; e—elektr pechkasi;  
f—yoritish lampasi.



## 1.4. Tok kuchi

Tok kuchining ta'sirini uning kuchini fikrlash bilan aniqlash mumkin. Tok kuchi o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan ma'lum vaqt ichida o'tgan elektr miqdoriga bog'liq.

Tok kuchi o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan bir sekundda o'tgan elektr miqdori bilan o'lchanadi. 1 Kulon zaryad  $6,25 \cdot 10^{18}$  elektronlar zaryadiga teng.

Agarda tok kuchi  $I$  bilan, elektr miqdori  $Q$  bilan belgilansa, o'tkazgich kesimi yuzasidan o'tgan elektr zaryadi vaqti  $t$  bo'lsa, u holda elektr miqdorini vaqt miqdoriga bo'lib, tok kuchini quyidagicha topamiz:

$$I = \frac{Q}{t}.$$

Tok kuchini o'lchash uchun amper o'lchov birligi xizmat qiladi. Amper — bu shunday tok kuchiki, unda o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan bir sekunda bir Kulon elektr o'tadi.

Shunday qilib, 
$$1A = \frac{1K_1}{1s}.$$

Kulon  $K_1$  harfi, amper esa  $A$  xarfi bilan belgilanadi. Agarda tok kuchi 3 amperga teng bo'lsa, u holda  $I = 3A$  deb yoziladi.

Amperning mingdan bir qismini milliamper, milliondan bir qismi esa mikroamper deb aytiladi.

Shunday qilib,  $1A = 1000$  milliamper (mA),  $1A = 1000000$  mikroamper (mkA).

**4.1-masala.** Yarim soatda o'tkazgichning ko'ndalak kesimidan 3600  $K_1$  elektr o'tadi. O'tkazgichdan o'tgan tok kuchi miqdorini topish kerak.

*Yechish.* Tok kuchi miqdori quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$I = \frac{Q}{t}.$$

Formulada vaqt  $t$  sekunda berilganligi sababli yarim soatni sekundlarga aylantirish kerak:  $60 \cdot 30 = 1800$  s.

Endi tok kuchini topamiz:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{3600 \text{ K}_l}{1800 \text{ s}} = 2 \text{ A}.$$

### 1.5. Om qonuni

Berk elektr zanjirida tok kuchi, elektr yurituvchi kuchi va qarshilik o'zaro ma'lum holatda bir-biriga bog'liq.

Berk elektr zanjirida bu bir-biriga bog'liqlik quyidagicha ifodalanadi:

$$I = \frac{E}{R_{\text{ichki}} + R_{\text{tashqi}}},$$

bu yerda:  $E$  — elektr yurituvchi kuch;  $R_{\text{ichki}}$  — manbaning ichki qarshiligi;  $R_{\text{tashqi}}$  — zanjirdagi qarshilik.

Bu matematik o'zaro bog'lanish Om qonuni deb ataladi.

Elektr tokining to'liq zanjiri Om qonuni quyidagicha ifodalanadi:

Berk zanjirda oqayotgan tok kuchi tok manbai elektr yurgazuvchi kuchining butun zanjir qarshiligi nisbatiga teng.

Om qonuni elektrotexnikaning asosiy qonunlaridan biri hisoblanadi. Uning yordamida elektr zanjiridagi hisoblarni olib borish, noma'lum o'lchovlarni topish mumkin. Om qonuni to'liq zanjirlardan tashqari, zanjirning qismlariga ham o'z kuchini yo'qotmaydi. Elektr zanjirining qismlarida tok kuchi oxiridagi kuchlanishini zanjir qismining qarshiligi nisbatiga teng:

$$I = \frac{U}{R}.$$

To'liq elektr zanjirning elektr yurituvchi kuchi:  $E = I \cdot R_{\text{tashqi}}$

bundan  $R_{\text{tashqi}} = \frac{E}{I}$ .

**5.1-masala.** Zanjirning to'liq qarshiligi 20 Omga teng. Tok manbaining E.Yu.K. 30 voltga teng. Zanjirdan o'tayotgan tok kuchini toping.

*Yechish:*

$$I = \frac{E}{R} = \frac{30}{20} = 1,5A.$$

### 1.6. Joule – Lens qonuni

Elektr toki o'tkazgichning qarshiligini yengib ish bajaradi, shu jarayonda o'tkazgichdan issiqlik ajralib chiqadi. Bo'sh, ya'ni ozod elektronlar harakatlanganida atomlar va molekulalar bilan to'qnashadi, shunday harakatlarda elektronlarning mexanikaviy energiyasi issiqlik energiyaga aylanadi.

Agarda issiqlik miqdori  $Q$ , tok kuchi  $I$  (A), qarshilik  $R$  (Om), elektr toki o'tgan vaqtni  $t$  (s) bilan belgilasak, u holda bu qonun matematika yo'lida quyidagicha yoziladi:

$$Q = 0,24 \cdot I^2 R t.$$

Bu formulada issiqlik miqdori  $Q$  kichik kaloriyada chiqadi. Koeffitsiyent 0,24 formulada 1 A elektr toki 1 Omga ega bo'lgan o'tkazgich qarshiligidan 1 s vaqtda o'tganda 0,24 kichik kaloriya issiqlik ajratishini bildiradi. Kichik kaloriya issiqlik miqdorining o'lchov birligi vazifasini bajaradi.

Kichik kaloriya 1 g suvni 1°C isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga teng:

$$1000 \text{ kal} = 1 \text{ kkal}.$$

### 1.7. O'zgarmas tok ishi va quvvati

Elektr tokining ish bajarish qobiliyatini elektr energiyasi deyiladi.

Elektr tokining bajaradigan ishi elektr miqdorini kuchlanishga ko'paytirilganiga teng:

$$A = Q \cdot U,$$

bu yerda:  $A$  – bajarilgan ish miqdori;  $Q$  – elektr miqdori;  $U$  – kuchlanish.

Bu yerda elektr miqdori  $Q = I \cdot t$  ga teng.

Bu formula amalda quyidagicha ifodalanadi:

$$A = I \cdot U \cdot t, \text{ J.}$$

Agarda, elektr toki amperda berilgan bo'lsa, kuchlanish voltida, vaqt sekunda belgilansa, u holda bajarilgan ish joulda o'lchanadi.

Elektr tokining bir sekunda, bajargan ishi elektr tokining quvvati deb ataladi. Tokning quvvati  $P$  harfi bilan belgilanadi.

Quvvat tokning vaqt birligida bajargan ishiga teng:

$$F = \frac{A}{t},$$

bu yerda:  $F$  – quvvat.

Amalda  $F$  harfining o'rniga  $P$  harfi yoziladi.

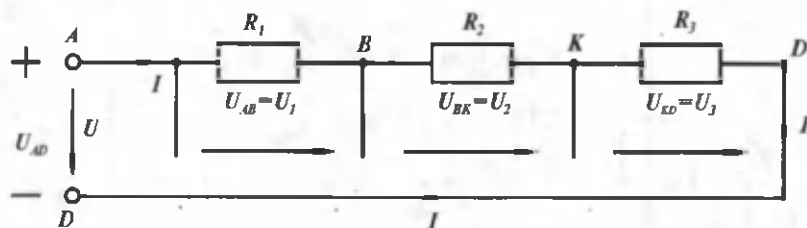
U holda:

$$P = U \cdot I.$$

Elektr quvvati vatt bilan o'lchanadi:  $1000 \text{ Vt} = 1 \text{ kVt}$ .

### 1.8. Qarshiliklarni ketma-ket ulash

Elektr zanjirida qarshiliklar ketma-ket ulanganda, elektr toki hamma qarshiliklardan birma-bir o'tadi. Bunday ulanish ketma-ket ulanish deyiladi.



1.8.1-rasm. Qarshiliklarni ketma-ket ulash.

Sxemada umumiy qarshilik:  $\Sigma R = R_1 + R_2 + R_3$ ;

Kuchlanish:  $U_{AD} = U_1 + U_2 + U_3$ ,

bu yerda:  $\Sigma R$  – umumiy qarshilik (amalda ekvivalent qarshilik deb ataladi), u Om bilan o‘lchanadi;

$U_{AD}$  – umumiy kuchlanish.

Qarshiliklar bir xil miqdorga ega bo‘lsa,

$$R_{\text{ekv.}} = n R, \text{ Om, u holda } U_1 = \frac{U_{AD}}{n}, \text{ volt.}$$

O‘tkazgichlar ketma-ket ulanganda, ularning umumiy qarshiligi qarshiliklarning yig‘indisiga teng.

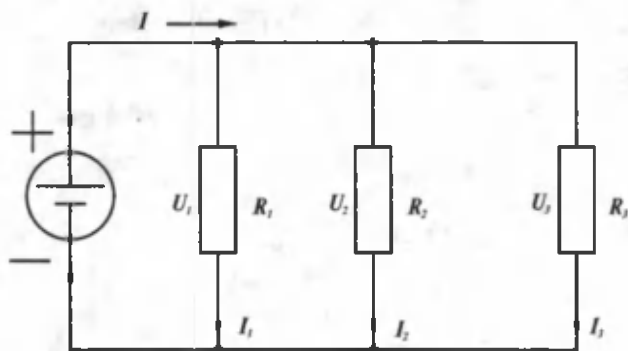
Umumiy kuchlanish alohida qismlari uchlaridagi kuchlanishlarning yig‘indisiga teng va qarshiliklarning qismlariga to‘g‘ri proporsional (mos) ravishda taqsimlanadi.

### 1.9. Qarshiliklarni parallel ulash

Manbaga hamma qarshiliklarning boshlang‘ich uchlari va oxirgi uchlari ulansa bunday holat qarshiliklarning parallel ulanishi deb aytiladi. Bunday ulanishda elektr toki qarshiliklarga bo‘linib ketadi. Hamma qarshiliklarning uchlarida bir xil kuchlanish bo‘ladi.

U holda umumiy kuchlanish:

$U = U_1 = U_2 = U_3$ , umumiy tok kuchi  $I = I_1 + I_2 + I_3$  bo‘ladi.



1.9.1-rasm. Qarshiliklarni parallel ulash.

1.9.3-rasmda zanjirning o'tkazuvchanligi:

$$\frac{1}{R_{\text{umumiy}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}$$

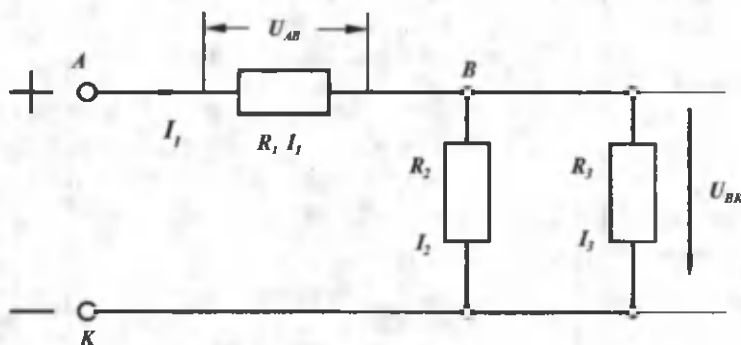
Bunday zanjirning qarshiligini topish uchun kasrni aylantirish kerak.

U holda:

$$R_{\text{umumiy}} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3}$$

### 1.10. Qarshiliklarni aralash ulash

Qarshiliklar ketma-ket va parallel ulanganda, bunday holatni aralash ulash deb ataladi.



1.10.1-rasm. Uch qarshilikni aralash ulash.

Qarshiliklar aralash ulanganda zanjirning umumiy qarshiligini topish uchun qarshiliklarni ketma-ket va parallel ulash qoidalari ishlatiladi. Umumiy qarshilik:

$$R = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \text{ Om.}$$

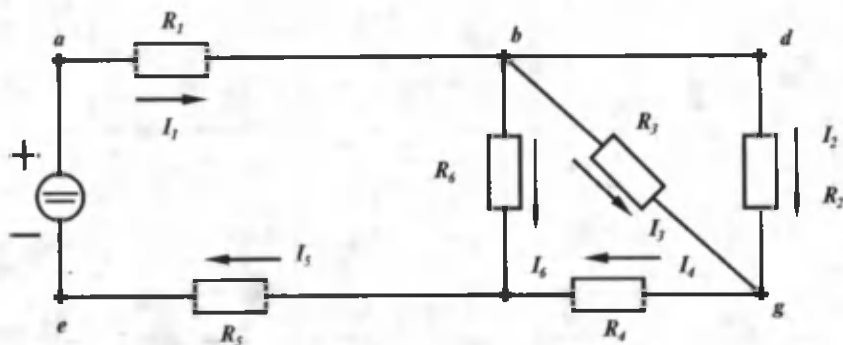
Elektr toki:

$$I_1 = \frac{U}{R}; \quad I_2 = I \frac{R_3}{R_2 + R_3}; \quad I_3 = I \frac{R_2}{R_2 + R_3} = I_1 - I_2.$$

Kuchlanish:  $U_{VS} = U_{AS} - U_{VA} = U_{AS} - I_1 R_1 B$ .

### 1.11. Kirxgofning birinchi qonuni

Tarmoqlangan elektr zanjirida tok kuchi bir necha qarshiliklar ulangan joyiga oqib kelib, ulardan qaytib ketayotgan toklarning yig'indisiga tengdir.



1.11.1-rasm. Murakkab elektr zanjiri.

Kirxgofning birinchi qonuniga asosan tenglama quyidagicha yoziladi:

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_5.$$

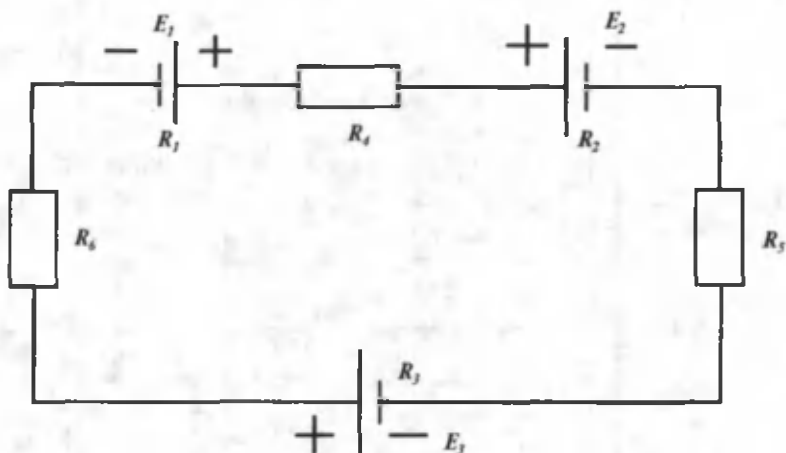
$g$  harfi bilan belgilangan tugundagi ulanish joyidagi tok quyidagicha aniqlanadi:

$$I_4 = I_2 + I_3.$$

### 1.12. Kirxgofning ikkinchi qonuni

Har qanday yopiq elektr zanjirida elektr yurituvchi kuchlarning algebraik yig'indisi zanjirning alohida qismlaridagi kuchlanishlarning yig'indisiga teng.

Elektr zanjirlarni Kirxgofning ikkinchi qonuniga asosan hisoblaganda, hisoblar algebraik hisobda olib boriladi.



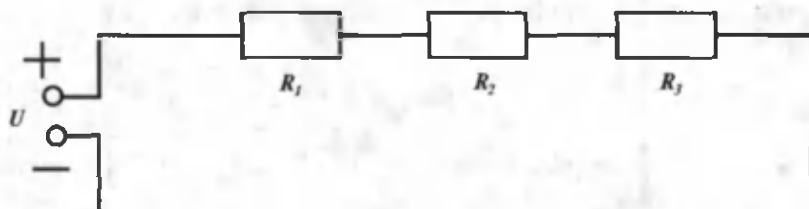
1.12.1-rasm. Kirxgofning ikkinchi qonuni bo'yicha elektr zanjiri sxemasi.

---

### 1-LABORATORIYA ISHI

---

#### Qarshiliklarni ulash usullari



Qarshiliklarni ketma-ket ulash:

$$R_1 = 200 \text{ Om};$$

$$R_2 = 400 \text{ Om};$$

$$R_3 = 855 \text{ Om}.$$

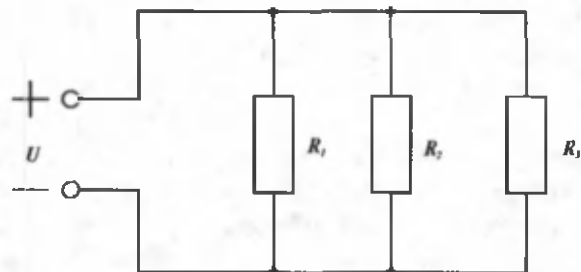
Umumiy qarshilik  $\Sigma R$  ni topish kerak.

Qarshiliklarni parallel ulash:



$R_1 = 485 \text{ Om};$   
 $R_2 = 485 \text{ Om};$   
 $R_3 = 485 \text{ Om}.$

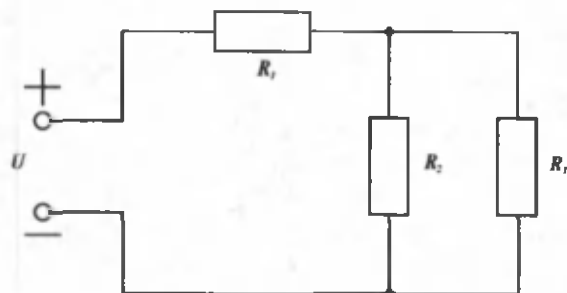
Umumiy qarshilik  $R$  ni topish kerak.



Qarshiliklarni aralash ulash

$R_1 = 300 \text{ Om};$   
 $R_2 = 400 \text{ Om};$   
 $R_3 = 600 \text{ Om}.$

Umumiy qarshilik  $R$  ni topish kerak.



## 2-bob. ELEKTR MAYDONI

### 2.1. Elektr maydoni va uning xususiyatlari

Agarda qandaydir fazoda elektr zaryadlari bo'lsa, bu holda zaryadlar o'zaro bir-biriga ta'sir etadi.

Bizga ma'lumki, har xil qutbli zaryadlar bir-biriga tortiladi va bir xil qutbli zaryadlar esa bir-biridan qochadi. Fazoda elektr zaryadiga ega bo'lgan jism o'zining elektr kuchlarini bildirsa, bunday fazo elektr maydoni deyiladi.

Agarda ikki zaryad bir-biriga tortilsa yoki bir-biridan qochsa, demak, ular orasida elektr kuchlar ta'sir etayotgan bo'ladi.

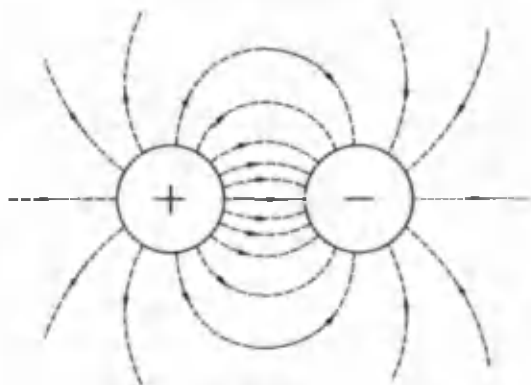
Kulon qonuniga asosan elektrlangan jismlar orasidagi o'zaro ta'sir etuvchi kuch quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$f = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$



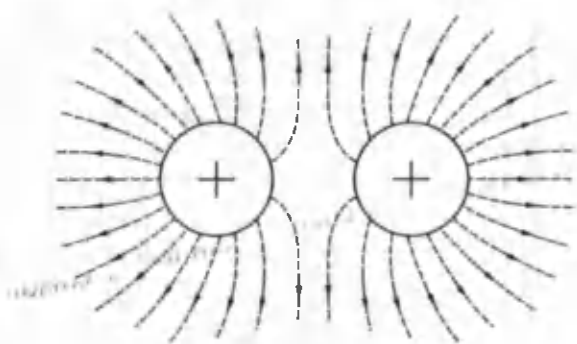
bu yerda:  $q_1$  va  $q_2$  — ikki jismda to‘plangan elektr zaryadlari;  $L$ — elektrlangan jismlar orasidagi masofa;  $K$  — o‘zaro bog‘langan elektr zaryadlarning joylashgan muhitini ifodalovchi koeffitsiyent.

Elektr maydonini ko‘p kuch chiziqlari bilan ko‘rsatish hamda uning yo‘nalishini fazoning har bir nuqtalarida bilish mumkin. Agarda jismlardan biri musbat zaryadga, boshqasi esa manfiy zaryadga ega bo‘lsa, u holda zaryadlarning o‘zaro ta’sir yo‘nalishlari musbat zaryaddan boshlanib, manfiy zaryadda to‘xtaydi. Ikkita shunday zaryadlarning elektr maydoni 2.1.1-rasmda ko‘rsatilgan.



2.1.1-rasm. Har xil zaryadli maydonning kuch chiziqlari.

Ikkita bir xil zaryadga ega bo‘lgan elektr maydondagi kuch chiziqlarining ta’siri 2.1.2-rasmda ko‘rsatilgan.



2.1.2-rasm. Bir xil zaryadli maydonning kuch chiziqlari.

Agarda, elektr maydonida musbat belgiga ega bo'lgan zaryad ko'chib yursa, bunda elektr kuchlari qandaydir ishni bajaradi.

Birlikka teng bo'lgan elektr zaryadning maydoni bir nuqtadan cheksiz nuqttagacha ko'chishi natijasida elektr kuchlarning ish bajarganlaridan xulosa chiqarib, elektr darajasini uning elektr potensiali deyish mumkin.

Maydonning ikki nuqta orasidagi potensiallar ayirmasi kuchlanish deb ataladi. Ikki nuqta orasidagi kuchlanish bir miqdordagi elektr zaryadlarni bir nuqtadan boshqa nuqtaga ko'chirilganda, bajarish kerak bo'lgan ish bilan aniqlanadi.

Elektrotexnikada yerning potensialini hisobga olish kelishilgan. Shuning uchun elektr zanjirlarda yerga ulangan nuqtalar nolga teng deyiladi.

## **2.2. Statik elektr**

Elektr uskunalarda sun'iy yo'l bilan elektr zaryadlar yig'iladi. Ularning potensiali bir necha o'n million voltga teng bo'lishi mumkin.

Tabiatda kuchli statik elektr to'planishini kuzatamiz. Atmosferada bulutlar orasida ishqalanish natijasida juda katta kuchga ega bo'lgan elektr zaryadlari to'planadi. Bulutlarning elektr potensiallari yuz million va undan ko'p voltga teng bo'ladi.

Ishlab chiqarish korxonalaridagi uskunalarda ishqalanish natijasida metallar va mahsulotlar orasida statik elektr hosil bo'ladi. Katta miqdordagi elektr zaryadlar xavfli bo'lib, ular yong'inlarga olib kelishi mumkin. Bunday hodisalar tegirmonlar, don tozalash, kimyo korxonalari va boshqa ishlab chiqarish inshootlarida bo'lishi mumkin.

Elektr uchqunlar portlash va yong'inlarga olib kelishini hisobga olib, metall qismlarni yerga o'tkazgichlar yordamida ulash kerak. U holda hosil bo'lgan elektr zaryadlar yerga o'tib ketadi.

## **2.3. Elektr sig'imi**

Agarda qandaydir jismni elektr bilan zaryadlab, keyin unga elektr zaryadi qo'shilsa, u holda bu jismda elektr miqdori ortib

borgan sari, uning elektr potentsiali ortib boradi. Har xil kattalikdagi ikki sharni bir xil miqdordagi elektr bilan har xil potentsialda zaryadlash mumkin. Bunday sharlarning potentsiallari bir xil bo'lishi uchun kichik sharga kam miqdorda, katta sharga esa ko'p miqdorda elektr berish kerak. Bu har xil sig'imli idishlarga suyuqlik quyishga o'xshash. Ikkita har xil idishda sathi bir hil bo'lishi uchun ularga har xil miqdorda suyuqlik quyish kerak.

Idishlarning hajmi ularning sig'imini bildiradi. Jismlarning har xil miqdordagi elektr zaryadlarni yig'ishi ularning elektr sig'imi bo'ladi. Shunday qilib, elektr sig'im – bu jismlarning potentsialini ma'lum darajagacha oshirganda, uning elektr zaryadlari to'plash qobiliyatidir.

Agarda jismning qanday darajagacha zaryadlangan kuchlanishi va elektr zaryadi miqdori ma'lum bo'lsa, u holda jismning sig'imini quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$C = \frac{Q}{U},$$

bu yerda:  $Q$  – jismning elektr zaryadi, kulonda o'lchanadi;  $U$  – kuchlanish, voltda o'lchanadi.

Jismning elektr sig'imi  $C$  farada ( $F$ ) o'lchov birligida nomlanadi.

Agarda jismning potentsiali bir voltga oshirilsa, uning zaryadi bir kulonga oshadi, bu jismning elektr sig'imi deb aytiladi. Jismning elektr sig'imi farada bilan o'lchanadi.

Bir faradaga teng bo'lgan elektr sig'imi juda katta miqdor. Uni faraz etish uchun Yer kurrasining sig'imi faradaning mingdan bir qismini tashkil etishini ifodalash kifoya. Shuning uchun amalda elektr sig'imini faradaning milliondan bir qismi o'lchov birligida o'lchanadi.

Bunday o'lchov birligi *mikrofarad* yoki qisqacha *mkf* bilan ifodalanadi.

**Misol.** Agarda jismning zaryadi 0,001 kulonga, kuchlanishi esa 100 voltga teng bo'lsa, uning sig'imi nimaga teng bo'ladi?

*Yechish.* Jismning sig'imi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{0,001K_f}{U_v} = 0,00001 F = 10 \text{ M}\mu\text{F}.$$

## 2.4. Kondensatorlar

Elektrotexnikada zarur bo'lgan sig'imlar bilan ta'minlash uchun alohida tuzilmalardan foydalaniladi, ya'ni kondensatorlardan. Ikki temir plastinka orasiga izolyatsiya jism (ya'ni, dielektrik) o'rnatilgan qo'llanma — asbob kondensator deb ataladi. Plastinkalarni kondensatorning qoplamasi deyiladi.

Agarda plastikalar har xil qutbli elektr toki manbaiga ulansa, u holda kondensatorlarda har xil belgili elektr zaryadlari hosil bo'lib, ular bir-biriga tortiladi. Zaryadlar uzoq vaqt qoplamalarda saqlanib qoladi. Bu zaryadlar manbadan o'chirilgan holda ham uzoq saqlanishi mumkin. Shunday qilib, kondensatorlar elektr energiyasini saqlovchi hisoblanadi.

Kondensatorning yuzasi qancha katta bo'lsa, uning sig'imi shuncha katta bo'ladi.

Kondensator dielektrigining qalinligi kam bo'lganda ham, uning sig'imi katta bo'lishi mumkin. Uning sig'imining ko'p yoki kam bo'lishi qoplamalar orasidagi izolyatsiya jismga bog'liq. Izolyatsiya jismlarning kondensator sig'imiga ta'siri jismlarning dielektrik singishiga bog'liq. Elektrotexnikada havoning dielektrik singish miqdori birga teng deb qabul qilingan.

Agarda qoplamalar orasiga havoning o'rniga boshqa dielektrik joylashtirilsa, u holda dielektrik singishi kondensatorning sig'imi bir necha marta oshganini bildiradi.

Dielektrik singishni yunoncha  $\epsilon$  (epsilon) bilan belgilash qabul qilingan.

Elektrotexnikada doimo qo'llanadigan izolyatsiya jismlarning dielektrik singishi 2.4.1-jadvalda keltirilgan.

## Izolyatsiya jismlarning dielektrik singishi

Dielektrik	Dielektrik singishi, $\epsilon$
Havo	1
Parafin	2,1 ÷ 2,3
Transformator	2,0 ÷ 2,5
Pressshpan	2,5 ÷ 4
Qog'oz	3 ÷ 3,5
Slyuda	4 ÷ 7,5
Shisha	5,5 ÷ 10
Marmar	8,3
Rezina	3,5

Ko'p jismlarning dielektrik sig'imi namlik va haroratga qarab o'zgarishi mumkin. Kondensatorning qoplamasida yig'ilgan elektr zaryadlar orasida elektr maydoni hosil bo'ladi. Bu maydon miqdori bilan ifodalanib, uni elektr maydonning kuchlanmog'i deb aytiladi.

Agar elektr maydonida elektr bilan zaryadlangan jism joylashgan bo'lsa, u holda maydon kuch bilan shu jismga ta'sir etishi jismning elektr zaryadi va jismning joylashgan nuqtasidagi maydon kuchlanmog'ining miqdoriga proporsional. Shuning uchun elektr maydoni kuchlanmog'i zaryadga ta'sir qiladigan kuch shu zaryadning nisbatiga tengdir.

Bu formuladagi elektr maydon kuchlanmog'ini joul, kulon va metr orqali ifodalanadi:

$$1E = \frac{J}{K_1 \cdot M}$$

Bir joulni bir kulonga bo'linsa, bu bir volt bo'ladi, u holda kuchlanmoq:

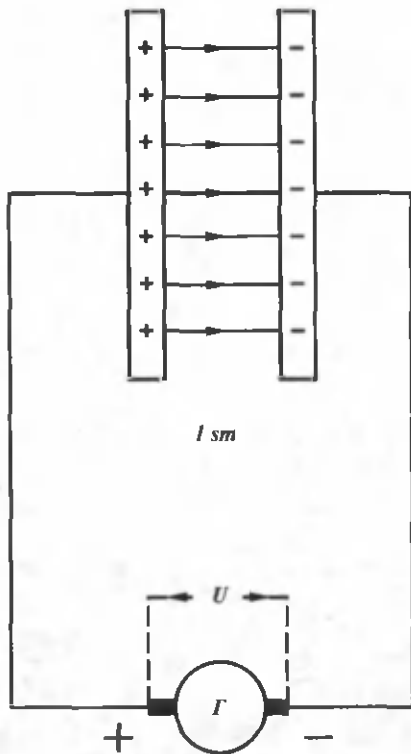
$$1E = \frac{V}{M}$$

Agarda maydonning kuchlanmog'ini  $E$  bilan, kondensator qobiqlari (plastinkalari) oraliq'ini  $l$  (sm) desak, u holda kuchlanmoq:

$$E = \frac{U}{l} \left( \frac{V}{\text{sm}} \right).$$

Shunday qilib, kondensator plastinkalarida kuchlanish ortib borishi bilan uning dielektrigida kuchlanmoq ortib boradi.

Kondensatorlarda kuchlanmoqni ma'lum miqdorgacha ko'paytirish mumkin. Agarda kuchlanmoq belgilangan miqdordan oshib ketsa, bir qobiqdagi elektr zaryad ikkinchi qobiqqa izolyatsiyadan o'tib ketishi mumkin. Bunday holda kondensator teshiladi. Kondensatorlar har xil konstruksiyali bo'ladi.



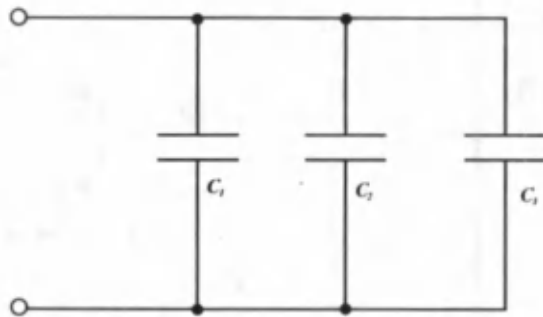
2.4.1-rasm. Kondensatorning elektr maydoni.

## 2.5. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash

Har xil konstruksiyali kondensatorlarda havoli, qattiq va suyuq dielektriklar ishlatiladi. Havoli kondensatorlardan radiotexnikada foydalaniladi. Kondensatorlar o'zgaruvchan va o'zgarmas sig'imli bo'lishi mumkin.

Kondensatorlarni elektr zanjirlarda ketma-ket va parallel ulash mumkin. Kondensatorlarni parallel ulaganda, umumiy sig'imi ko'payadi (2.5.1-rasm).

$$C = C_1 + C_2 + C_3.$$



2.5.1-rasm. Kondensatorlarni parallel ulash.

Kondensatorlar ketma-ket ulanganda, ularning sig'imi kamayadi (2.5.2-rasm).

$$\frac{1}{C_{\text{um.}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2}; \quad C_{\text{um.}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$



2.5.2-rasm. Kondensatorlarni ketma-ket ulash.

**Misol.** Ketma-ket ulangan uchta kondensator:

$$C_1 = 2 \text{ mkf}; \quad C_2 = 5 \text{ mkf}; \quad C_3 = 10 \text{ mkf}.$$

Ularning umumiy sig'imini toping.

*Yechish:*

$$\frac{1}{C_{\text{um.}}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10} = \frac{5+2+1}{10} = \frac{8}{10}; \quad C_{\text{um.}} = \frac{10}{8} = 1,25 \text{ mkf}.$$

### 3-bob. ELEKTROMAGNETIZM

#### 3.1. Elektromagnit

G'altak simning (solenoid) ichida temir tayoqcha o'ratilgan bo'lsa, bu elektromagnit deb ataladi. G'altakning ichida temir



tayoqcha bo'lishi uning magnit maydonini kuchaytiradi. Bu kuchaytirish temirning yuqori darajada magnit singishi bilan bog'liq.

G'altak (solenoid) ichiga joylashtirilgan elektrotexnik po'lat tayoqcha o'zak deb, g'altak ichidagi sim o'ramlar uning cho'lg'ami (obmotkasi) deyiladi.

Elektromagnit o'zakga, asosan, mis simlar bir necha qavat o'raladi. Bu g'altak o'ramida tokning yo'nalishi o'zgarishi bilan magnit oqimining yo'nalishlari o'zgarishi aniq, shunday ekan qutblari ham o'zgaradi.

Elektromagnitlar elektrotexnika uskunalari, sovutgich va isitish apparatlari hamda mexanizmlarida keng qo'llaniladi. Elektromagnitlar xonadonlarda, telefon apparatlari, avtomobillar va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. Elektromagnitlarni sohalarda qo'llanishga qarab, ularning o'zaklari va g'altaklari har xil shaklda ishlab chiqariladi.

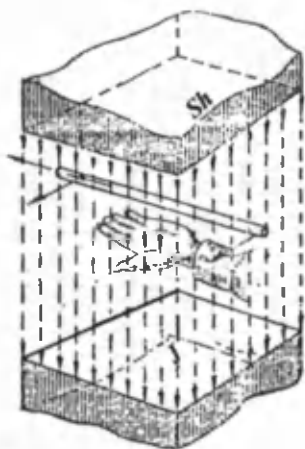
### **3.2. Toki bor o'tkazgichlarga magnit maydonining ta'siri**

Magnit maydonida joylashgan toki bor o'tkazgich uning tashqi maydonidagi kuch chiziqlarini kesib o'tib, ma'lum yo'nalishda harakatlanadi. O'tkazgichning harakati uning atrofida hosil bo'lgan magnit maydonining tashqi magnit maydoni bilan o'zaro ta'sir etishi bilan izohlanadi.

Uning o'zaro ta'siri natijasida o'tkazgichning bir tomonida magnit kuch chiziqlari quyuqlashadi va umumiy magnit maydoni kuchayadi. O'tkazgichning boshqa tomonida umumiy magnit maydoni kuchsizlanadi, chunki kuch chiziqlari har xil yo'nalishda bo'ladi. Bu holda toki bor o'tkazgich kuch chiziqlari siyraklashgan tomonga itariladi. O'tkazgichning yo'nalish harakatini chap qo'l qoidasidan foydalanib aniqlash mumkin.

3.2.1-rasmda o'tkazgichning harakatini aniqlash uchun joylashtirilgan chap qo'l ko'rsatilgan.

Magnit maydonida joylashgan toki bor o'tkazgichning yo'nalish harakatini aniqlash uchun chap qo'lni magnit maydonida shunday joylashtirish kerakki, magnit kuch chiziqlari qo'lning kapiga o'tishi kerak, chizilgan to'rt barmoq toki bor o'tkazgichning



3.2. 1-rasm. Chap qo'l qoidasi bo'yicha toki bor o'tkazgichning yo'nalish harakatini aniqlash.

magnit induksiyasi;  $I$  — o'tkazgichdagi tok kuchi;  $l$  — o'tkazgichning uzunligi.

$$F = B \cdot I \cdot l,$$

bu yerda:  $F$  — o'tkazgichga ta'sir etuvchi tok kuchi;  $B$  — bir xil jinsli maydonning

o'tkazgichdagi tok kuchi;  $l$  — o'tkazgichning

uzunligi.

### 3.3. Ferromagnitli materiallarni magnitlash

Ferromagnit materiallarga po'lat, temir, cho'yan, nikel, kobalt kiradi. Ferromagnit materiallarning magnit singishi bo'shliqning singishidan juda ko'p marta ortiq. Ferromagnit jismlarning asosiy belgilari shundaki, magnit maydoniga joylashtirilgan ferromagnit materiallarning magnit singishi magnit maydonning kuchlanmog'iga bog'liq.

Ferromagnit materiallarning magnitlanish qobiliyatini quyidagicha tushuntirish mumkin.

Ma'lumki, o'tkazgichdan o'tayotgan tok shu o'tkazgichning atrofida magnit maydonini hosil qiladi. Boshqa tomondan, bu o'tkazgichdan o'tayotgan elektr toki ma'lum yo'nalishda uning uzunligi bo'yicha harakatlanayotgan bo'sh elektronlardir. Bir vaqtda

atomlar yadrolari atrofida elektronlar doimiy harakatda bo'lib turadi. Undan tashqari, atomning elektronlari atom yadrosidan tashqari o'z o'qlari atrofida aylanadi. Elektronlarning bunday aylanishi prildoqlarning aylanishiga o'xshash elektron harakatini magnit maydonni hosil qiluvchi o'ziga xos tok deyish mumkin. Ferromagnit materialini magnitlantirmaguncha jismning ichidagi mayda zarrachalarning magnit maydonlari tartibsiz holda bo'ladi.

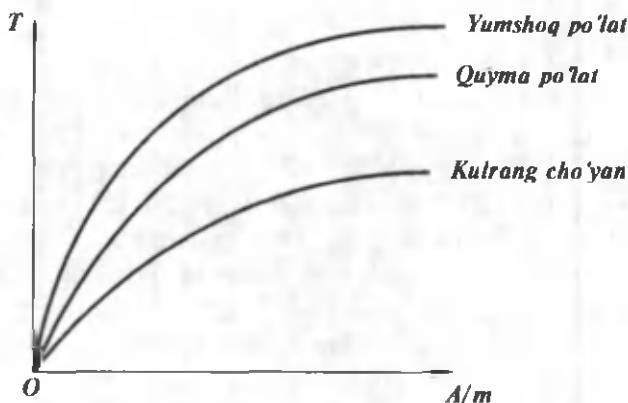
Mantitlanmagan ferromagnitli material odatdagi sharoitda atrof-muhitda o'z xususiyatini bildirmaydi. Ferromagnit jismni tashqi magnit maydoniga joylashtirilgan zahoti bu jismning mayda zarrachalari magnit maydonlari uning ichida tashqi magnit maydoni ta'sirida og'adi va ularning yo'nalishi tashqi magnit maydoni bilan bir xil bo'ladi. Agarda po'lat yoki temir shunday sharoitda bo'lib qolsa, u holda magnit xususiyatiga ega bo'ladi.

Ferromagnit materiallar magnitlantirib bo'lingandan keyin uzoq vaqt magnitlanib turadi. Magnit materiallarning magnitlangan maydoni yo'q bo'lib ketgandan so'ng qolganini qoldiq magnetizm deyiladi. Bir xil materiallar juda kam qoldiq magnetizmga ega, boshqalari esa juda ko'p magnetizmga ega bo'ladi. Qattiq po'lat, volfram, xrom, kobalt materiallarida qoldiq magnetizm ko'p bo'lgani uchun ulardan doimiy magnit tayyorlanadi.

Ferromagnit materiallarning magnit xususiyatlari magnit induksiya magnit maydonning kuchlanmog'iga bog'liqligini tekshirish yo'li bilan aniqlanadi. Bu bog'liqlik grafikda egri chiziq bilan ko'rsatiladi. Grafikning gorizontaal chiziqlarida maydonning kuchlanmog'i  $A/m$  miqdorlarini joylashtirib, vertikal chiziqlarida magnit induksiya  $T$  miqdorlarini joylashtiriladi.

3.3.1-rasmda har xil materiallarni magnitlash chizig'i tasvirlangan.

Bu egri chiziqlar magnitlash jarayonining qanday o'tishini ko'rsatadi. Bu egri chiziq'larga qarab magnitlash jarayonini ko'rish mumkin. Jarayon boshlanishida magnitlash maydonning kuchlanmog'i oshib borishi bilan magnit induksiya tez oshib boradi, keyin jarayon sekinlashadi. Keyinchalik egri chiziqlar gorizontaal chiziqqa parallel bo'la boshlaydi. Bu magnit to'yinishini ko'rsatadi. Ferromagnit materiallarning magnitlashni qabul qilib bo'lmaydigan



3.3.1-rasm. Magnitlash egri chiziqlari.

holatini magnit to'yinishi deyiladi. Bu holatni jismning ichidagi atom sistemalarni tashkil topgan elementar magnitlarchalar shu magnitlangan maydonning kuchlanmog'i miqdorida shu maydonning uzunasi bo'yicha joylashadi, undan u yog'iga ferromagnit jismning magnit maydoni boshqa ko'payolmaydi.

### 3.4. To'liq tok qonuni

Magnit yurituvchi kuch atamasidan foydalanib, to'liq tok qonunini quyidagicha ifodalash mumkin.

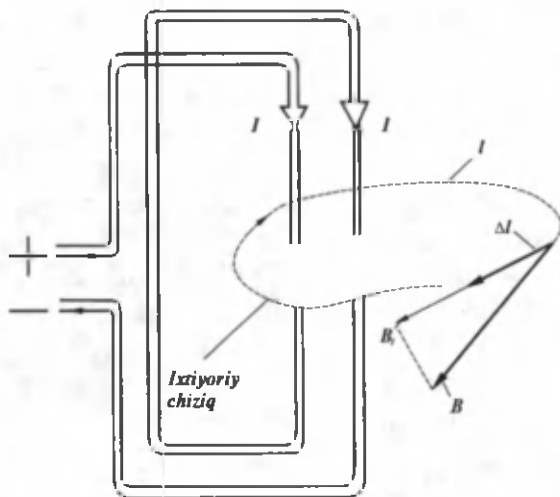
Ixtiyoriy yopiq zanjirning bo'yi bo'yicha induksiya vektorining chiziqli yig'indisi shu zanjir qurshab olgan to'liq tokga (amper o'ramlarga) proporsional.

$$\text{magnit singishi } \mu_0 = 0,4\pi \cdot 10^{-8} \frac{V_{ybyz}}{a \cdot sm},$$

bu yerda:  $V_{ybyz}$  — magnit induksiyasi;  $\Delta l$  — uzunlik bo'laklari.

$$\frac{1}{\mu_0} = \sum_0 B_L \cdot \Delta l = \sum_0 I, a,$$

$\frac{1}{\mu_0}$  — bo'shliqning magnit singishi.



3.4.1-rasm. Bo'shliq (vakuum) uchun to'liq tok qonuni.

Shuni aytish kerakki, magnit maydoni o'tkazgichning ichida ham mavjud. O'tkazgichning ichidagi kuch chiziqlari o'tkazgichdagi hamma tokning ma'lum qismini chulg'ab olgan. Agarda o'zgarmas tok bo'lsa, tokning zichligi o'tkazgichning ko'ndalang qismining hamma yuzasida bir xil bo'ladi.

Tokning zichligi:

$$\gamma = \frac{I}{S} = \frac{I}{\pi \cdot R^2} \left( \frac{a}{\text{mm}^2} \right),$$

bu yerda:  $S$  — o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzi,  $\text{mm}^2$ ;  $I$  — to'liq tok kuchi, A (amper);  $R^2$  — o'tkazgichning ko'ndalang yuzasining radiusi;  $\pi = 3,14$ .

#### 4-bob. O'ZGARUVCHAN TOK

##### 4.1. Bir fazali sinusoidal o'zgaruvchan tok zanjirlari. Sinusoidal o'zgaruvchan elektr yurituvchi kuch va toklar

Elektr energiyasini bir turdan boshqa turga aylantirishning barcha fizikaviy jarayonlarini amalga oshirishda. Hozirgi zamon

elektrotexnikasi barcha sohalarining asosini tashkil etadi, ya'ni elektr yurituvchi kuch (e.yu.k.), kuchlanish, tok va elektromagnitli miqdorlarning vaqt bo'yicha o'zgarishi bilan bog'liq bo'ladi.

O'zgaruvchan tok vaqt bo'yicha ma'lum qonun bo'yicha o'zgaradi, ya'ni tokning miqdori vaqtning funksiyasidir.

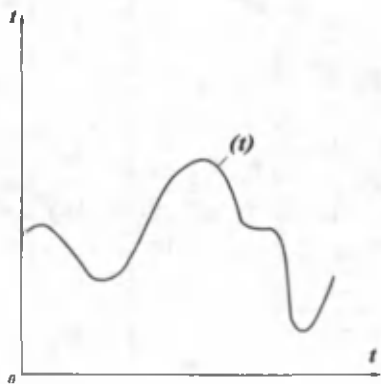
Shunday qilib, vaqt o'tishi bilan miqdori va yo'nalishi o'zgaradigan tokga o'zgaruvchan tok deb aytiladi.

O'zgaruvchan tokni uch turga bo'lish mumkin:

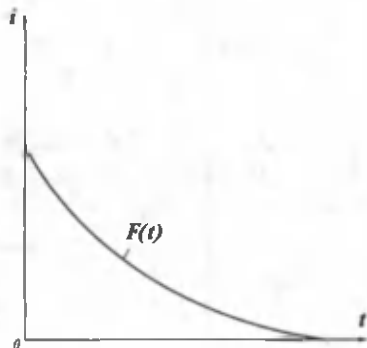
1. Miqdori o'zgaruvchan, ammo yo'nalishi o'zgarmas (pulsatsiyalanuchi) tok (4.1.1, 4.1.2, 4.1.3-rasmlar).

2. Miqdori va yo'nalishi o'zgaruvchan tok (4.1.4, 4.1.5 rasmlar).

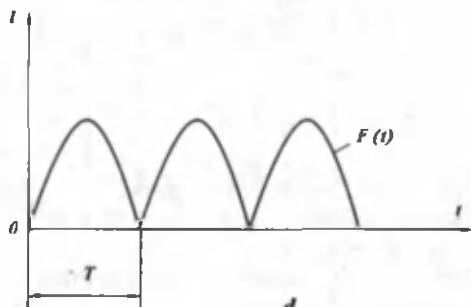
3. Davriy o'zgaruvchan tok (4.1.6-rasm).



*a*

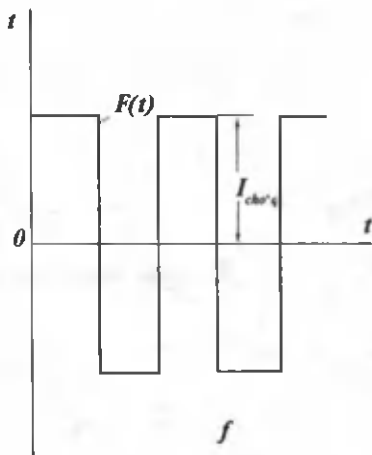
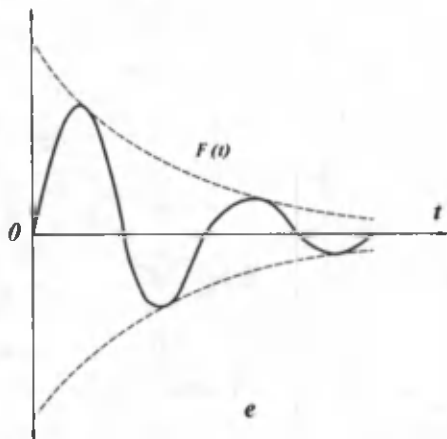


*b*



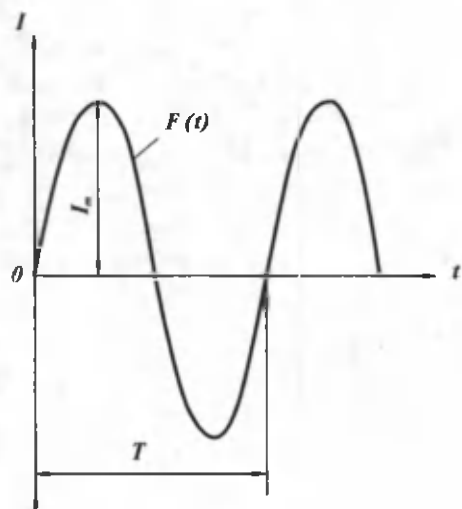
*d*

4.1.1, 4.1.2, 4.1.3-rasmlar  
(*a*, *b*, *d*).



4.1.4, 4.1.5-rasmlar (e, f).

$I_{\text{cho'q}}$  — elektr tokining cho'qqisi, A;  $t$  — vaqt, sekund.



4.1.6-rasm.

Elektrotexnikada ishlatiladigan davriy toklarning chastotalari (takrorlanishlari) doirasi juda keng bo'lib, gersning o'ndan biridan tortib, to milliarddan bir ulushlarigacha bo'lgan qiymatlarini tashkil etadi. Elektrotexnikada standart chastotalar 50 gersdan (Gs) 60 gersgacha ishlatiladi. O'zbekistonda 50 Gs chastota (tebranish) ishlatiladi. Tokning chastotasi:

$$f = \frac{1}{T} \text{ Gs.}$$

Standartli chastota  $f = 50$  Gs bo'lganda,  $T = 0,02$  s bo'ladi. Burchak takrorlanishi (chastotasi):

$$\omega = 2 \pi f (\text{s}^{-1}),$$

bunda:

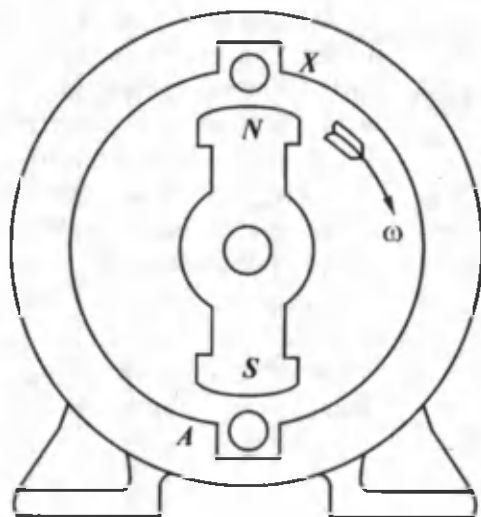
$$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ s}^{-1}$$

Elektr qurilmalari uchun asosiy chastota sifatida 50 Gs chastota qabul qilingan. Elektr mashinalar, transformatorlar, elektr lampalar, priyomniklar, televizorlar, sovutgichlar va boshqa iste'molchilar shu tebranishda ishlaydi.

#### 4.2. Bir fazali sinusoidal o'zgaruvchan tok

O'zgaruvchan tokning eng ko'p tarqalgan manbalaridan biri mexanikaviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beruvchi sinxron generatoridir. Generatorning qo'zg'almas qismini stator deyiladi. Harakatlanuvchi o'zgaruvchan magnitli qismini rotor deb ataladi. Statorda chuqur ariqchalarga o'rnatilgan o'ramlar bo'lib, ularning uchlaridan o'tkazgichlar (simlar orqali) elektr toki iste'molchilarga uzatiladi.

Generatorning magnitli rotori mexanikaviy kuch bilan aylantirilganda, generatorning o'ramlarida elektr hosil bo'ladi. Eng sodda bir fazali o'zgaruvchan elektr toki generatori 4.2.1-rasmda ko'rsatilgan.



$$2p=2; n=3000 \text{ ail/min}$$

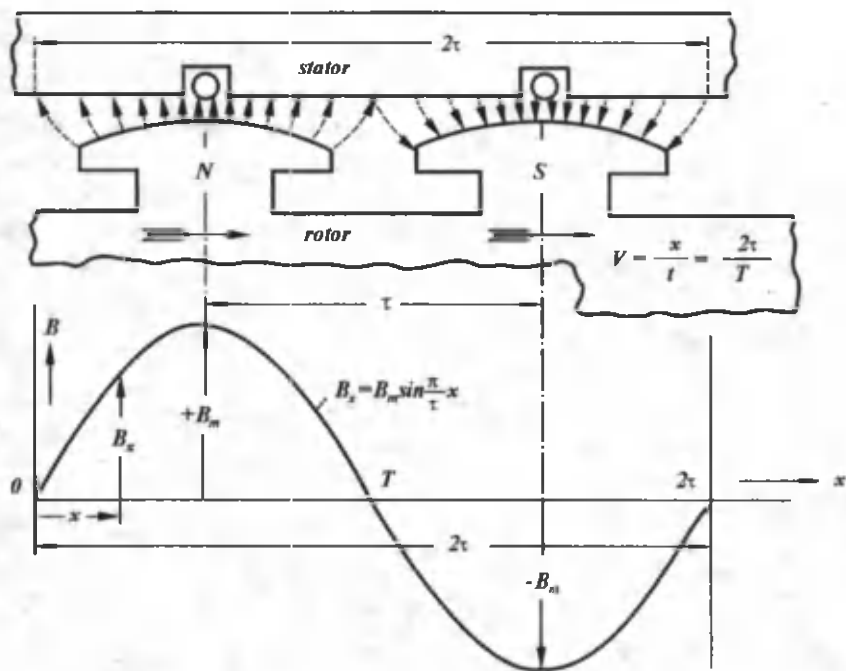
4.2.1-rasm. Ikki qutbli generator.

$$f = \frac{P \cdot n}{60} \text{ Gs.}$$

4.2.2-rasmda generatorning stator va rotori yoyib ko'rsatilgan.

Magnitli rotor aylanganida qo'zg'almas stator-dagi izolyatsiyali o'tkaz-





4.2.2-rasm. Stator bilan rotor oralig'idagi magnit induksiyasining taqsimlanish egri chizig'i.

gichlarni (simlarni) magnit maydoni kesib o'tadi, mashinada o'zgaruvchan tok hosil bo'ladi. Bunday elektr mashinani bir fazali o'zgaruvchan tok generatori deyiladi. O'zgaruvchan tok manbalari har xil bo'lishi mumkin.

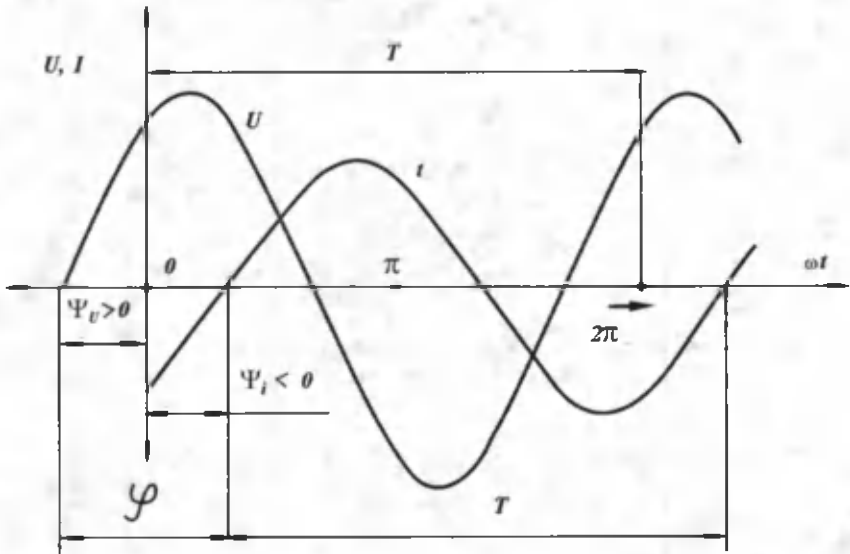
O'zgaruvchan tok generatorining rotoriga o'tkazgich o'ramlari joylashtirilgan bo'lsa, u holda rotordagi o'ramlarga o'zgaruvchan elektr toki ulanib, unda elektr magnit hosil qilinadi. Bu o'ramlar o'zgaruvchan tok generatorining qo'zg'atuvchan cho'lg'amlari deb ataladi. Bunday generatorlarda miqdori va yo'nalishi o'zgaruvchan tok hosil bo'ladi.

Yuqorida ko'rsatilganidek, o'zgaruvchan tokning burchak chastotasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f.$$

Bu ifoda o'zgaruvchan tok fazasining 1 sekundda radian o'zgarishini ko'rsatadi. Masalan,  $f = 50$  Gs chastota uchun burchak chastota  $\omega = 314$  rad/s.

$\omega$  ga ko'ra elektr yurituvchi kuch, kuchlanish va toklar cho'qqi qiymatlarining vaqt  $t$  (4.2.3-rasm) bo'yicha emas, balki  $\omega t$  (rad) burilish burchagi (fazasi) bo'yicha cho'qqi miqdoriga bog'liq ravishda grafigini (diagrammalarini) chizish mumkin.



4.2.3-rasm. Sinusoidal kuchlanish va tokning vaqt bo'yicha o'zgarish diagrammasi.

### 4.3. O'zgaruvchan tokning samarali va o'rtacha qiymatlari

O'zgaruvchan tok ham, o'zgarmas tok kabi elektr zanjirda ma'lum ishni bajaradi, ya'ni simlarni qizdiradi, magnit va elektr maydon hosil qiladi. Ko'p hollarda elektr toki bajargan ish shu

tok kuchining kvadratiga proporsionaldir. Masalan, qarshiligi  $r$  bo'lgan o'tkazgichdan  $T$  vaqt davomida o'zgarmas tok  $I$  o'tganda ajralib chiqqan issiqlikning bajargan ishi

$$A = P \cdot r \cdot T \text{ bo'ladi.}$$

Sinusoidal tok bo'lganda  $i = I_m \sin \omega t$  bo'ladi.

Amplituda tok  $I_{\text{ampl.}}$  bilan samarali tok ( $I_{\text{sam.}}$ ) miqdorlari orasida quyidagi bog'lanish bor:

$$I_{\text{ampl.}} = 1,41 \cdot I_{\text{sam.}}$$

O'zgaruvchan tokning samarali qiymati:  $I = \frac{I_{\text{cho'k}}}{\sqrt{2}}$ ; A.

Kuchlanishning samarali qiymati:  $U = \frac{U_{\text{cho'k}}}{\sqrt{2}}$ ; V.

O'zgaruvchan tokning o'rtacha qiymati:

$$I_{\text{o'r}} = \frac{I_{\text{cho'k}}}{\pi} = 0,636 I_{\text{cho'k}}, \text{ A.}$$

Amalda to'g'rilagich sxemali magnitoelektr sistema asboblaridan tashqari (bular o'rtacha qiymatni o'lchaydi), o'zgaruvchan tokni o'lchash uchun mo'ljallangan barcha asboblari (elektromagnitli, elektrodinamikali va boshqalar) uning samarali (effektiv) qiymatini o'lchaydi.

#### 4.4. Aktiv qarshilik ulangan o'zgaruvchan tok elektr zanjiri

4.4.1-rasmda o'zgaruvchan tok elektr zanjiriga iste'molchi sifatida omli qarshilik ulangan. Agarda o'tkazgich metalni o'tkazgich deb faraz qilsak va undan o'zgarmas tok o'tayapti desak, u holda bu qarshilikning miqdorini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\tau = \rho \cdot \frac{l}{S},$$



4.4.1-rasm.

bu yerda:  $\rho$  — o'tkazgichning solishtirma qarshiligi;  $l$  — o'tkazgichning uzunligi, m;  $S$  — o'tkazgichning ko'ndalang yuzasi,  $mm^2$ .

Bu qarshilik o'zgarmas tok zanjiriga ulanganda uni omli qarshilik deyiladi. Agarda bu qarshilik o'zgaruvchan tok zanjiriga ulansa, u holda aktiv qarshilik deyiladi.

O'zgaruvchan tokning chastotasi ortib borgan sari o'tkazgichning aktiv (faol) qarshiligi ortib boradi. Misol uchun, po'lat o'tkazgichning diametri 5 mm, uzunligi esa 1 km bo'lsa, uning qarshiligi o'zgarmas tokga ulanganda 20 omga teng bo'lsa, 20000 gersli o'zgaruvchan tok manbaiga ulanganda esa 75 omga teng bo'ladi. Shu o'tkazgichni 50 gersli o'zgaruvchan tok manbaiga ulanganda, uning qarshiligi juda kam miqdorda o'zgaradi.

O'tkazgichlarning qarshiligi (o'zgaruvchan tokga ulanganda) quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\tau_{akt} = \tau_{o'z.tok} \cdot Kf, \text{ Om},$$

bu yerda:  $\tau_{o'z.tok}$  — o'zgarmas tokga ulanganda o'tkazgichning qarshiligi, Om;  $Kf$  — qarshilikni o'zgaruvchan tokga ulanganda qo'llanadigan koeffitsiyent. Bu koeffitsiyent qo'llanmalarda beriladi.

Shunday qilib, Om qonuniga asoslanib, zanjirdagi tok quyidagicha aniqlanadi:

$$I = \frac{U}{\tau}, \text{ amper},$$

bu yerda:  $U$  — zanjir uchlaridagi kuchlanish, voltda o'lchanadi;  $\tau$  — zanjirning aktiv qarshiligi, Omda o'lchanadi.

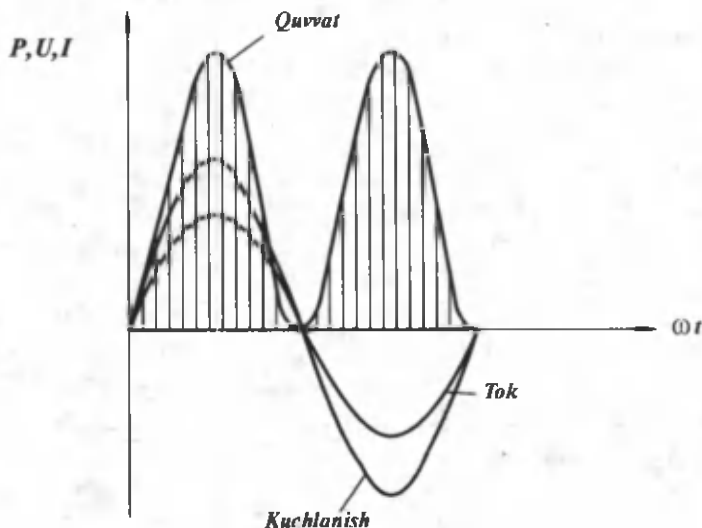
Zanjirdagi sarf etiladigan quvvat:

$$P = U \cdot I, \text{ vatt}.$$

Bu quvvat  $r$  qarshilikni qizdirish uchun sarf bo'lganligi uchun, uni tok  $I$  va qarshilik  $r$  bilan ifodalash mumkin:

$$P = U \cdot I = P \tau, \text{vatt.}$$

4.4.2-rasmda sinusoidal kuchlanishni, tokni va quvvatni diagrammada sinusoidal chiziqlar yordamida ko'rsatilgan.



4.4.2-rasm. O'zgaruvchan tok zanjiriga qarshilik ulanganda uning aktiv qarshiligidagi kuchlanish, tok va quvvat diagrammasi, ya'ni egri chizig'i.

O'zgaruvchan elektr zanjiriga aktiv qarshilik ulanganda har qanday vaqt holatida kuchlanishning oniy miqdorini aktiv qarshilikka bo'linmasi tokning oniy miqdorini beradi. Shuning uchun o'zgaruvchan tokning egri chizig'i (sinusoidasi) kuchlanishning sinusoidasi bilan bir xil bo'ladi. Tokning cho'qqisi kuchlanishning cho'qqisi bilan, tokning noldan o'tish davri kuchlanishning noldan o'tish davriga to'g'ri keladi. Aktiv qarshiligi ulangan o'zgaruvchan elektr zanjirida kuchlanish bilan tok orasida siljish burchagi bo'lmaydi. Bunday zanjirning hamma quvvati aktiv hisoblanadi,  $\cos \varphi = 1$ .

#### 4.5. Induktiv qarshilik ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri

O'zgaruvchan tok elektr zanjiriga ko'p o'ramli sim g'altagi ulangan deb faraz qilaylik, uning aktiv qarshiligi nolga teng bo'lsin. Bunday g'altakdan o'zgaruvchan tok o'tganda, unda o'zinduksiya hosil bo'ladi. G'altakdan o'zgaruvchan tok o'tganda hosil bo'lgan magnit maydoni ham o'zgaruvchan bo'ladi. Magnit maydoni g'altakni kesib o'tib, unda elektr yurituvchi kuchi (e.yu.k.) hosil qiladi, ya'ni o'zinduksiya.

4.5.1-rasmda o'zgaruvchan tok elektr zanjiriga ulangan induktiv qarshilik ko'rsatilgan.

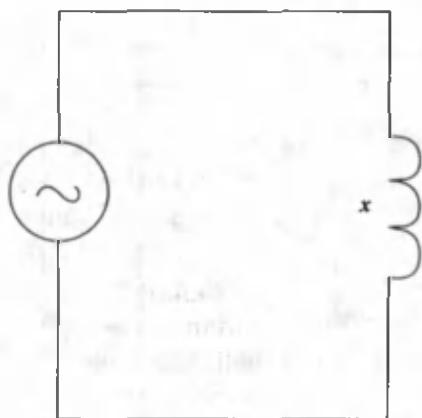
Magnit maydonining oqimi qancha ko'p bo'lsa, magnit kuch chiziqlari g'altak o'ramlarini qancha tez kesib o'tsa, g'altak qancha katta bo'lsa (g'altakning har bir o'ram uzunligi) va ketma-ket ulangan o'ramlarining soni ko'p bo'lsa, o'zinduksiya e.yu.k. miqdori ham ko'p bo'ladi.

G'altakning magnit maydoni undan oqib o'tayotgan tokga proporsional. Magnit kuch chiziqlarining o'ramlarni kesib o'tish tezligi o'zgaruvchan tokning o'zgarish tezligiga proporsional. Bundan o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchlari uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$E_L = I \cdot \omega \cdot L, \text{ volt,}$$

bu yerda:  $I$  — g'altakdagi tok, amperda o'lchanadi;  $\omega$  — o'zgaruvchan tokning o'zgarish tezligi (burchak tezligi), 6,28  $f$  ga teng;  $f$  — o'zgaruvchan tokning tebranishi (chastotasi) gers bilan o'lchanadi;  $L$  — g'altakning hajmi tariflovchi, magnit oqimlari bilan tokning orasidagi munosabatlarini ifodalovchi koeffitsiyent.

Bu koeffitsiyent o'zinduksiya



4.5.1-rasm.

koeffitsiyenti yoki induktivlik deyiladi. Induktivlikning o'lchov birligi qilib bir genri qabul qilingan.

Genri elektr zanjirining shunday induktivligiki, bir sekunda bir xil o'zgaradigan o'zgaruvchan tok bir amperga o'zgaradi, o'zinduksiya bir volt elektr yurituvchi kuch hosil qiladi.

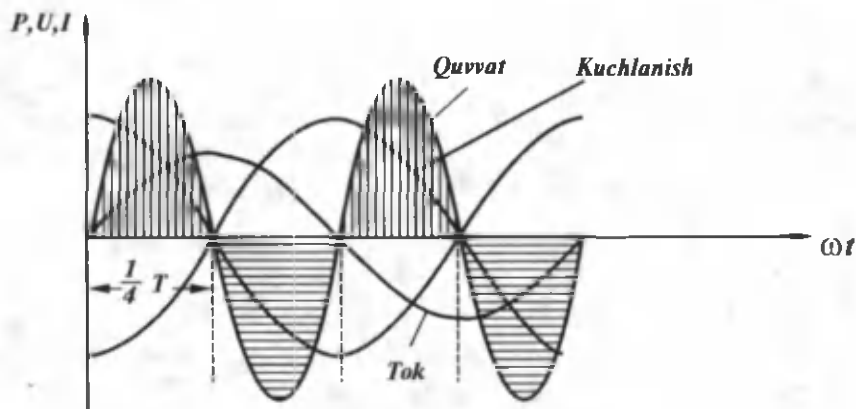
Agarda yuqoridagi formulada  $\omega L$  ifodani  $x$  bilan almashtirilsa, u holda:

$$E_L = I \cdot x, \text{ volt,}$$

bundan:  $x = \frac{E_L}{I} \text{ Om.}$

$x$  qarshilikning  $r$  aktiv qarshilikdan farqi shundaki, u induktiv qarshilik deb aytiladi. Induktiv qarshilik aktiv qarshilikka o'xshab, qarshilik miqdorini omida o'lchanadi.

4.5.2-rasmda elektr zanjiriga ulangan induktiv qarshilikdagi kuchlanish, undan o'tayotgan tok kuchi va quvvati egri chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

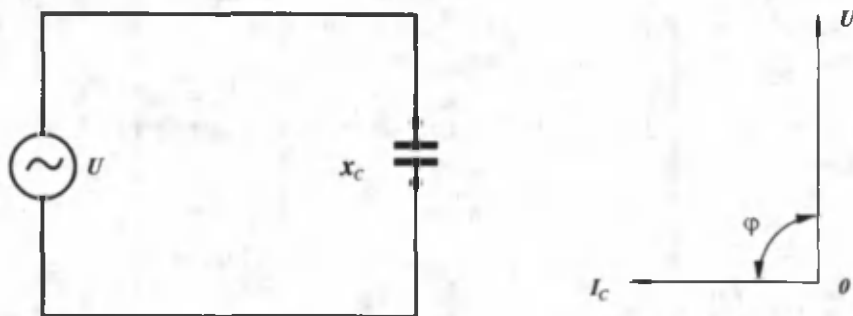


4.5.2-rasm.

O'zgaruvchan tok zanjiriga induktiv qarshilik ulanganda manbadan iste'molchiga kelgan va undan qaytib ketgan quvvat reaktiv quvvat deb ataladi. Uning miqdori kilovoltamper reaktivda (kvar) o'lchanadi. Zanjirdagi quvvatning koeffitsiyenti  $\cos \varphi = 0$  ga teng bo'ladi.

#### 4.6. Sig'im qarshiligi ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri

Elektr zanjiriga sig'im qarshiligi ulanganda kondensator vaqti-vaqti bilan elektr energiyasi bilan zaryadlanib, keyin so'nib boradi. Bu jarayon g'altakdan o'zgaruvchan elektr toki o'tganda, vaqti-vaqti bilan magnit energiyasi (magnit maydonining energiyasi) bilan zaryadlanib, keyin so'nib borishiga o'xshaydi. Sig'im ulangan zanjirda o'zgaruvchan tok quvvati xuddi zanjirdagi induktiv qarshilik bilan manba orasida aylanib yurganidek, kondensator bilan manba orasida aylanib yuradi, shuning uchun uni reaktiv (sig'imli) quvvat deyiladi. Bu 4.6.1-rasmida ko'rsatilgan.



4.6.1-rasm. Sig'im qarshiligi ulangan elektr zanjiri.

Elektr zanjiriga ulangan sig'imli tok kuchlanishning fazasi bilan to'g'ri kelmaydi va undan 90 gradus oldinga surilgan.

Sig'imli tokni induktiv tokga o'xshatib, odatda reaktiv tok deb aytiladi. Sig'imli zanjirga ulangan kuchlanishning va undan o'tayotgan sig'im tokning miqdorini bilgan holda Om qonuniga asosan uning zanjirdagi qarshiligini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$x_c = \frac{U}{I_c} \text{ Om.}$$

bu yerda:  $U$  – zanjir uchlaridagi kuchlanish, voltda o'lchanadi;  $I_c$  – sig'imli tok, amperda o'lchanadi;  $x_c$  – zanjirning qarshiligi, omda o'lchanadi.



Bu qarshilikni sig'imli yoki reaktiv qarshilik deb ataladi. U quyidagicha ifodalanadi:

$$x_c = \frac{1}{\omega C},$$

bu yerda:  $\omega$  – o'zgaruvchan tokning burchak tebranishi;  $\omega = 6,22 f$ ;  
 $f$  – o'zgaruvchan tokning tebranishi, gersda o'lchanadi;  $C$  – kondensatorning sig'imi, faradda o'lchanadi.

#### 4.7. Aktiv qarshilik va induktiv ulangan tok zanjiri

4.7.1-rasmda o'zgaruvchan elektr zanjiriga simdan tayyorlangan g'altak va ma'lum aktiv qarshilik ketma-ket ulangan. G'altakning induktivligi  $L$  bilan, aktiv qarshiligi  $r$  bilan belgilangan.

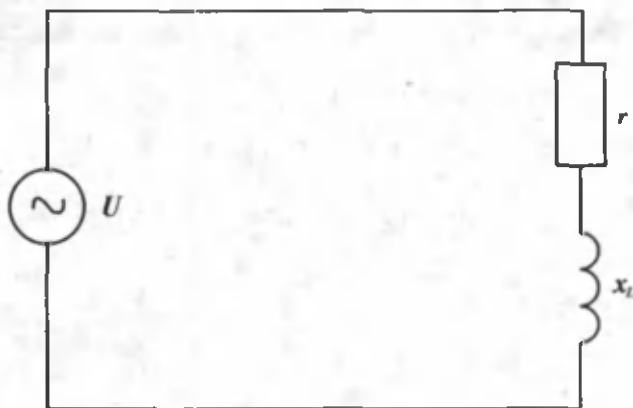
Induktiv qarshilik  $x_L = \omega L$ .

Aktiv va induktiv qarshiliklarni alohida ko'rsatishimiz yoki to'liq  $Z$  qarshiligi qilib belgilashimiz mumkin:

To'liq qarshilik  $Z = \sqrt{r^2 + x_L^2}$  Om.

To'liq qarshilik orqali aktiv qarshilik quyidagicha hisoblanadi:

$$r = z \cdot \cos \varphi .$$

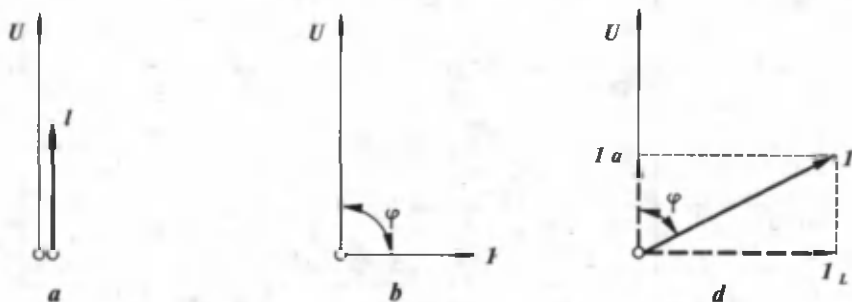


4.7.1-rasm. Aktiv qarshilik va induktivli elektr zanjiri.

Zanjirdan o'tayotgan tok kuchlanish bilan fazasi bo'yicha to'g'ri kelmaydi, chunki zanjirga induktiv qarshilik ulangan. Aktiv va induktiv qarshiliklarning miqdoriga qarab fazalar orasidagi burchak har xil bo'lishi mumkin. Agarda o'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik bo'lsa, tok bilan kuchlanish fazalari bir-biriga to'g'ri keladi (4.7.2, *a*-rasm).

Agarda elektr zanjiriga xolos induktiv qarshilik ulangan bo'lsa, elektr tok fazasi bilan kuchlanish fazasi orasida 90 gradusli burchak hosil bo'ladi, ya'ni tok kuchlanishdan 90 gradusga orqada qoladi (4.7.2, *b*-rasm).

Agarda elektr zanjiriga aktiv va induktiv qarshiliklar ulangan bo'lsa, elektr toki fazasi bilan kuchlanish fazasi orasida ma'lum burchak hosil bo'ladi, ya'ni tok kuchlanishdan ma'lum burchakga orqada qoladi (4.7.2, *d*-rasm).



4.7.2-rasm. Sodda elektr zanjirlari uchun vektor diagrammalar.

Zanjirdagi to'liq tok  $I = \sqrt{I_a^2 + I_L^2}$  amper.

O'zgaruvchan tok zanjiridagi to'liq quvvat

$$S = \sqrt{P_a^2 + Q_L^2}, \text{ voltamper (VA),}$$

bu yerda:  $P_a$  — aktiv quvvat, vatt (Vt) yoki kilovatt (kVt) o'lchanadi;  $Q_L$  — induktiv yoki reaktiv quvvat, reaktiv volt-amp (var) yoki reaktiv kilovoltamper reaktiv (kvar) o'lchanadi.

Zanjirga ulangan kuchlanish va undan o'tayotgan to'liq tok orqali to'liq quvvatni quyidagicha aniqlanadi:

$$S = U \cdot I, \text{ VA.}$$

Zanjirdagi aktiv quvvat:  $P_a = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ , vt.

Zanjirdagi reaktiv quvvat  $Q_r = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ , var.

Quvvat ko'effitsiyentini aktiv quvvatning to'liq quvvatga nisbati bilan belgilanadi:

$$\cos \varphi = \frac{P_a}{S}.$$

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, zanjirda aktiv quvvatning miqdori qancha ko'p bo'lsa, quvvat ko'effitsiyenti shuncha ko'p bo'ladi.

#### 4.8. Aktiv qarshilik va sig'im ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri

Amaldagi sharoitda zanjirda sig'im aktiv qarshiligiga ham ega, chunki kondensatorning zanjirga ulangan simlarning aktiv qarshiliklari ham bor. Shuning uchun ham amalda zanjirga ketma-ket ulangan aktiv va sig'im qarshiliklari bilan shug'ullanishga to'g'ri keladi. Bular xo'jaliklardagi hamma elektr uskunalar, apparatlar va mexanizmlarda bor.

Aktiv va sig'imli qarshiliklar ulangan zanjirda to'liq qarshilik:

$$Z = \sqrt{r^2 + x_c^2} \text{ om.}$$

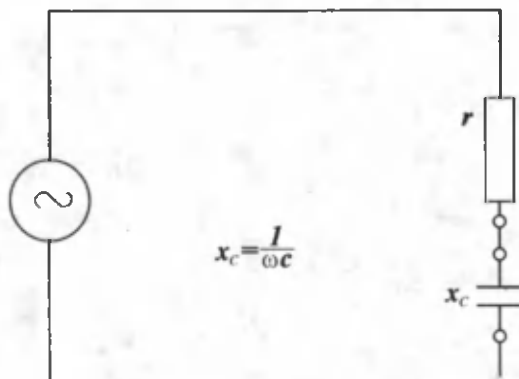
Zanjirdagi to'liq tok:

$$I = \sqrt{I_a^2 + I_c^2} \text{ amper.}$$

Elektr zanjiridagi to'liq quvvat:

$$S = \sqrt{P_a^2 + P_c^2} \text{ voltamper (VA).}$$

4.8.2-rasmda ko'rsatilganidek, elektr



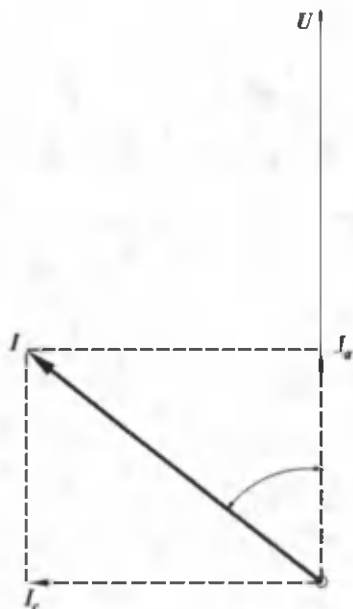
4.8.1-rasm. Aktiv va sig'imli qarshilik ulangan elektr zanjiri.

zanjiridagi to'liq tokning fazasi kuchlanishning vektor fazasidan ma'lum burchakga oldinda bo'ladi.

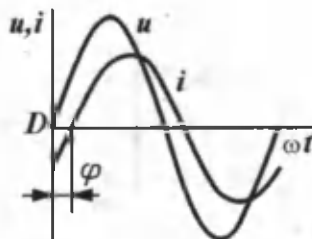
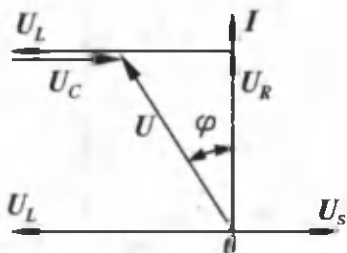
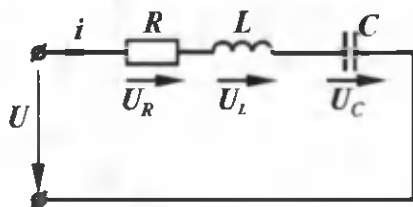
#### 4.9. O'zgaruvchan tok zanjirida kuchlanish rezonansi

O'zgaruvchan tok zanjirida kuchlanish rezonansi bo'lganda, tebranishlar chastotasi mos kelgan jismlardan birining boshqasi ta'sirida tebranma harakati yoki tebranish amplitudasining keskin kuchayishi hosil bo'ladi. Eng murakkab elektr zanjiri 4.9.1-rasmda keltirilgan.

Bunday zanjirda to'liq tok uchta toklardan tashkil topgan, ya'ni aktiv, induktiv va sig'im toklaridan. Bu toklar orasidagi munosabatlar quyidagicha ifodalanadi:



4.8.2-rasm. Aktiv va sig'imli qarshilik ulangan elektr zanjirining vektor diagrammasi.



4.9.1-rasm. Elektr zanjiriga ketma-ket ulangan aktiv, induktiv va sig'imli qarshilik.

$$I = \sqrt{I_0^2 + (I_L - I_C)^2} \text{ amper.}$$

Qavis ichidagi ifoda bir-biriga teskari bo'lgan induktiv va sig'imli qo'shiladigan toklarning ayirmasi.

Zanjirning to'liq qarshiligini quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$Z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2} \text{ Om.}$$

$x_L - x_C$  ayirmasini reaktiv qarshilik  $x_p$  bilan almashtirish mumkin. Bu reaktiv qarshilik  $x_L$  va  $x_C$  ularning o'zaro bog'lig'iga qarab induktiv yoki sig'imli bo'lishi mumkin.

$x_L = x_C$  bo'lgan holati alohida ahamiyatga ega. Bunda zanjirning to'liq qarshiligi aktiv qarshilikka teng bo'ladi. Agarda zanjirning aktiv qarshiligi juda kam bo'lsa, u holda zanjirdagi tokning qiymati juda katta miqdorga yetishi mumkin.

Zanjirga ketma-ket ulangan qarshiliklarning uchlarida tokning qarshilikka ko'paytmasi kuchlanishni ifodalasa, u holda kondensatorning va g'altakning uchlarida katta tok kuchlanishdan ortib ketishi mumkin. Bunday holda kondensator hamda g'altakning uchlarida yuqori kuchlanishlar elektr uskunalarining izolyatsiyalarini teshib yuborishi mumkin va natijada uskunalar ishga yaroqsiz bo'lib qoladi. Bunday holatga kuchlanish rezonansi deb aytiladi.

Elektr zanjirida elektr chastotasi holatida rezonans boshlanganda, chastota rezonansi deyiladi.

$$x_L - x_C = \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \text{ bo'lganda,}$$

u holda rezonans chastotasi uchun ifoda quyidagicha bo'ladi:

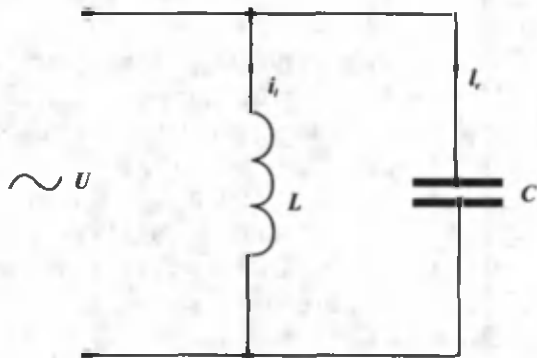
$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}, \text{ gers.}$$

#### 4.10. O'zgaruvchan tok zanjirida tokning rezonansi

4.10.1-rasmda elektr zanjiriga parallel ulangan induktiv va sig'imli qarshiliklari ko'rsatilgan. Manbadan kelgan to'liq tok ikkiga bo'linib

ketadi, ya'ni induktiv tok induktiv qarshilik ulangan tarmoqqa, sig'imli tok sig'im qarshilik ulangan tarmoqqa. Bu ikkita tok bir-biriga proporsional va qarama-qarshi tomonga yo'nalgan bo'lib, zanjirdagi tok ularning ayirmasiga teng. Ma'lum chastotada bu toklarning ayirmasi juda kichik. Bunda zanjirda juda qiziq hodisa ro'y beradi. Energiya manбайдan zanjirga juda kichkina tok oqsa ham, parallel tarmoqlarda juda katta tok hosil bo'lib, ularning miqdorlari kelayotgan tokning miqdoridan katta bo'lishi mumkin. Bu toklar mumkin bo'lgan toklardan ko'p bo'lib, elektrotexnika uskunalariga xavfli bo'lishi mumkin. Bunday hodisalar tok rezonansi deyiladi.

Chastota rezonansi kuchlanish rezonansi formulasiga o'xshab aniqlanadi.



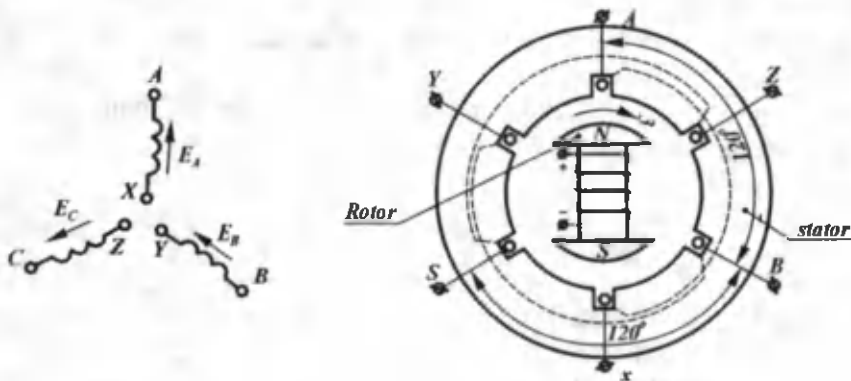
4.10.1-rasm. Induktiv va sig'imning elektr zanjirga parallel ulanishi.

Tok rezonansi hodisasini qurilmalarning quvvat koeffitsiyentini oshirish uchun qo'llanadi. Shuning uchun induktivli qurilmalar, apparatlar va mexanizmlarga parallel kondensatorlar ulanadi. Bu holda induktivli qurilmalarga kerakli reaktiv quvvat va reaktiv tok manbadan kelmasdan, kondensatordan keladi. Shuning natijasida elektr energiyasini uzatuvchi liniyalar reaktiv tok va reaktiv quvvatlardan ozod qilinadi. Elektr uzatuvchi liniyalarda elektr energiyasi tejaladi.

### 5.1. Uch fazali elektr yurituvchi kuch (e.yu.k)ni hosil qilish

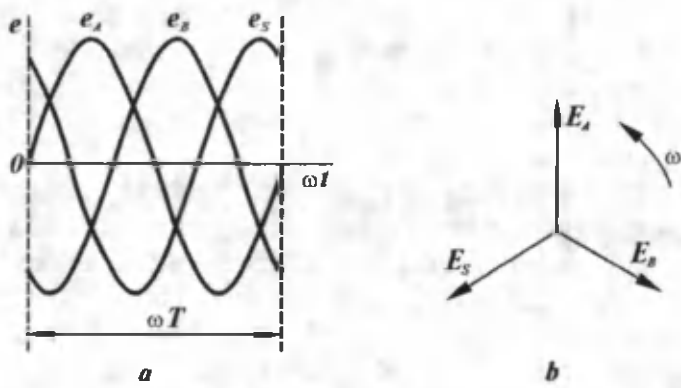
Uch fazali elektr yurituvchi kuch sistemasi uch fazali generatorlarda yaratiladi. Generatorning fazalarida cho'lg'amlarini rotor bilan aylanayotgan o'zgarmas magnit maydoni kesib o'tishi natijasida e.yu.k. hosil bo'ladi. Rotorning cho'lg'ami  $\omega_0$  ikkita kontakt halqa va grafit cho'tka yordamida tashqi o'zgarmas kuchlanish manbaiga ulanadi.

Bunday konstruksiyali mashina har fazada elektromagnit miqdorining tebranishi bir xil chastota va amplituda bo'lishini ta'min etadi, chunki rotorning to'la bir marta aylanishi ayrim fazalardagi e.yu.k. to'la cho'qqi (piklik) (sinusoida qonuni bo'yicha) o'zgarishi bir davr  $T$  ga teng vaqtda sodir bo'ladi. Ammo generatorning fazalaridagi (cho'lg'amlaridagi) e.yu.k. oniy miqdori rotorning fazoviy o'rni biror cho'lg'am (o'ram) bilan ilashgan magnit oqimining yo'nalishi va miqdori bilan aniqlanadi. Agar rotorning fazoviy o'rniga A fazadagi e.yu.k. ning maksimumi (to'ng'ichi) to'g'ri kelsa, B fazada e.yu.k. ning xuddi shunday maksimumiga rotorning uchdan bir marta aylanishidan (yoki  $1/3$  vaqtdan) keyin erishadi (5.1.1-rasm). Shunga o'xshash S fazada ham e.yu.k. ning maksimumi, ya'ni uchdan bir davr dan so'ng hosil bo'ladi.



5.1.1-rasm. Uch fazali elektr yurituvchi kuchni (e.yu.k.) hosil qilish prinsipial sxemasi.

Shunday qilib, A, B, S fazalarda e.y.u.k. ning o'zgarishi sinusoida qonuni bo'yicha sodir bo'lsa, ularni tasvirlovchi sinusoidalar ham vaqt bo'yicha  $\frac{T}{3}$  qadar siljigan bo'ladi (5.1.2-rasm).



5.1.2-rasm.

*a*—uch fazali sistema e.y.u.k.ning oniy miqdorining o'zgarishi; *b*—uch fazali sistema e.y.u.k.ning vektorlari.

### 5.2. Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjiri

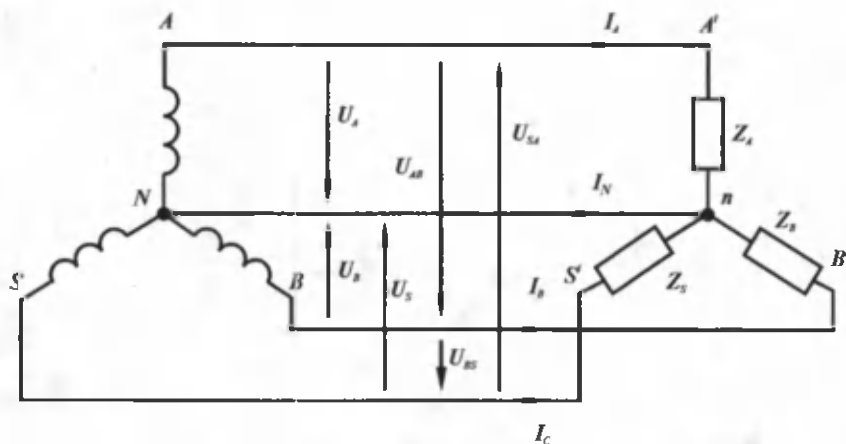
Elektroenergiya manbalarini iste'mol qiluvchilar uzoq masofalarda bo'lganlarida, uch fazali bir xil chastota hamda amplitudali elektr energiyasi uzatiladi. Bunday elektr zanjirlarning yig'indisi o'zgaruvchan tok zanjirlarining ko'p fazali sistemasi deyiladi.

Shunday qilib, uchta bir fazali zanjirni birlashtirgan elektr zanjiri uch fazali o'zgaruvchan tok elektr zanjiri deyiladi. Bunday o'zgaruvchan tok zanjirida oqayotgan tokni uch fazali tok deyiladi.

Elektroenergiya iste'molchilari zanjirlari yulduzcha shaklda ulangan.

5.2.1-rasmda yulduzcha shaklida ulangan uch fazali sistema ko'rsatilgan. Uch fazali yulduzcha shaklidagi sistema uch simli va uch sim bir nolli bo'lishi mumkin. Bunday to'rt simli zanjirni uch fazali sistema deyiladi. Elektr energiya ishlab chiqaradigan uch fazali generatorlarning o'ramlari yulduzcha yoki uchburchak shaklida ulanishi mumkin. Agarda uch fazali o'zgaruvchan tok





*Manba*

*Iste'molchi cho'lg'amlari*

5.2.1-rasm. Elektr energiya manbai yulduzcha shaklida ulangan.

generatorning o'ramlari yulduzcha shaklida ulangan bo'lib, nol simi bo'lsa, u holda har bir fazaning uchlaridagi kuchlanish fazali kuchlanish deyiladi ( $U_f$ ). Har bir fazadan oqayotgan tok esa fazali tok ( $I_f$ ) deyiladi. U holda:

$$U_l = \sqrt{3} U_f = 1,73 \cdot U_f; \quad I_l = I_f$$

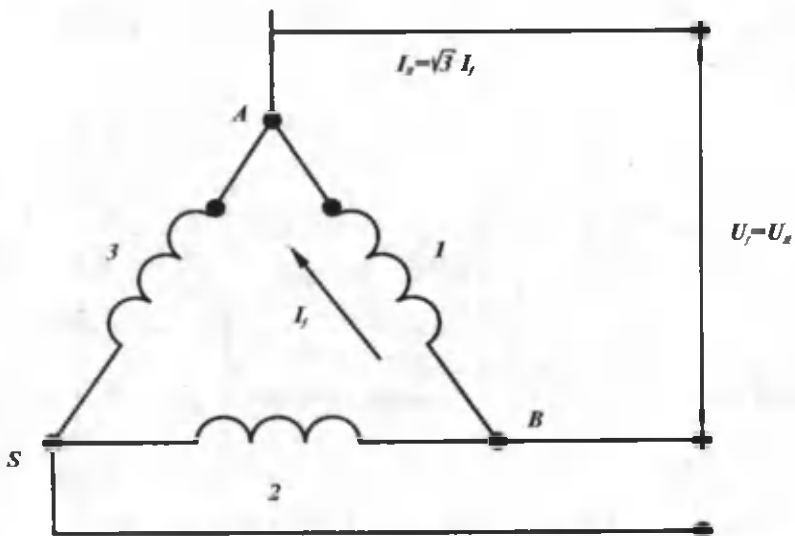
Uch fazali sistemaning fazalar orasidagi kuchlanish lineyniy kuchlanish ( $U_l$ ) deyiladi. Uch fazali tokning liniyalaridan o'tayotgan tok lineyniy tok ( $I_l$ ) deb ataladi.

Nol nuqtasiga ulangan simdan o'tayotgan tok nol simdagi tok ( $I_n$ ) deyiladi. O'zgaruvchan uch fazali sistemada cho'lg'amlari uchburchak shaklida ulangan bo'lsa, u holda lineyniy kuchlanish fazali kuchlanish bilan bir xil bo'ladi.

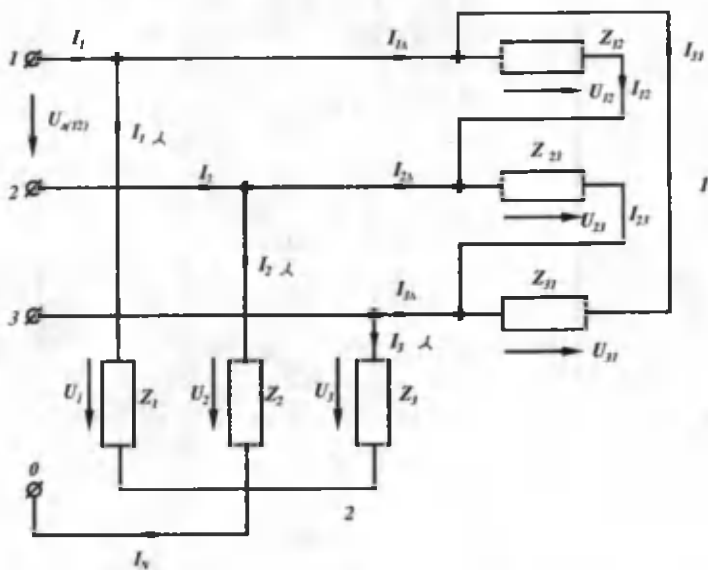
$U_l = U_f$ . Lineyniy va fazali toklari har xil bo'ladi, chunki lineyniy tok fazali toklarning geometrik yig'indisiga teng (5.2.2-rasm).

$$I_l = \sqrt{3} \cdot I_f = 1,73 \cdot I_f.$$

Uch fazali sistemaga iste'molchilar uchburchak yoki yulduzcha shaklida ulanishlari mumkin.



5.2.2-rasm. Elektr energiya manbai cho'lg'amlari uchburchak shaklida ulangan.



5.2.3-rasm. 1—iste'molchilar uchburchak shaklida ulangan; 2—iste'molchilar yulduzcha shaklida ulangan.

Har bir fazaning to'liq quvvati faza kuchlanishining fazali tok ko'paytmasiga teng:

$$P_f = U_f \cdot I_f \text{ va,}$$

bu yerda:  $U_f$  – fazali kuchlanish, voltlarda o'lchanadi;  $I_f$  – fazali tok, amperlarda o'lchanadi.

Bir fazaning quvvatini bir fazali quvvat deyiladi. Uch fazali sistemaning quvvati uch marta ko'p bo'ladi:

$$P = 3U_f \cdot I_f = \sqrt{3} U_l \cdot I_l \cdot$$

Uch fazali sistemaning aktiv quvvati esa:

$$P_a = \sqrt{3} \cdot U_l \cdot I_l \cdot \cos \varphi,$$

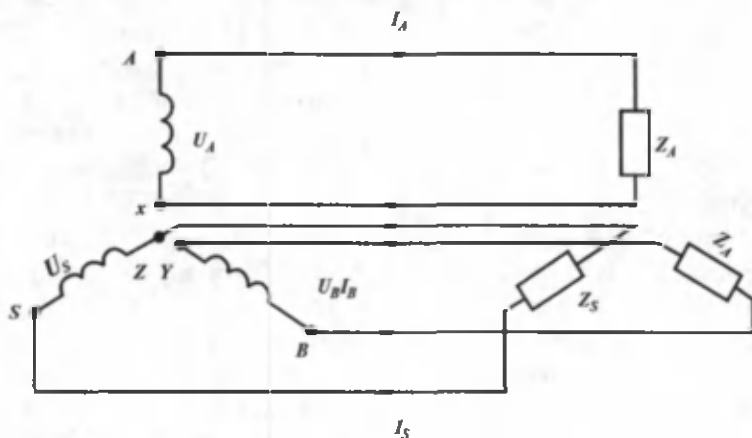
bu yerda:  $\cos \varphi$  – uch fazali sistemaning quvvat koeffitsiyenti.

Uch fazali sistemaning reaktiv quvvati:

$$Q_r = \sqrt{3} \cdot U_l \cdot I_l \cdot \sin \varphi.$$

## 2-LABORATORIYA ISHI

**Uch fazali iste'molchilarning yulduz shaklida ulangan zanjirini tekshirish.**



x, Y, Z uchlari qo'shilmagan sxema.

Uch fazali sistemaga iste'molchilar (elektr lampalari) ulangan sxemani tuzing.

$$U_f = 230 \text{ volt.}$$

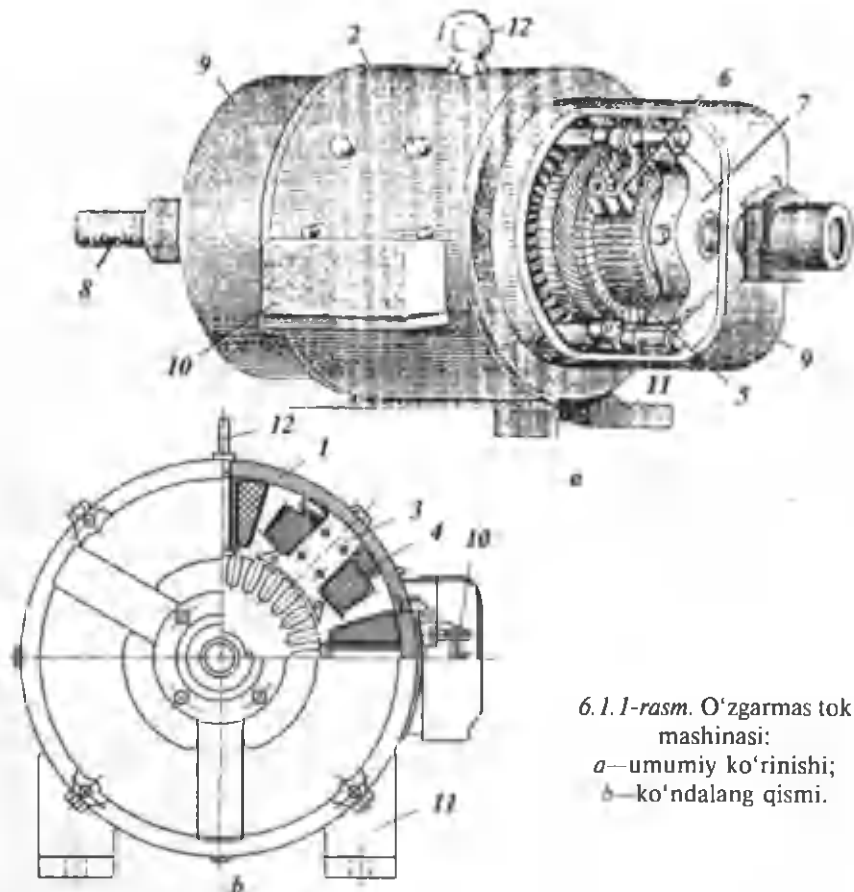
Elektr lampalarning har birining quvvati 100 vatt.

$B$  — bir fazadagi elektr lampasining  $I_f$  tok kuchini topish kerak.

## 6-bob. O'ZGARMAS TOK ELEKTR MASHINALARI

### 6.1.O'zgarmas tok mashinalarining tuzilishi

6.1.1-rasmda o'zgarmas tok mashinasining umumiy ko'rinishi va ko'ndalang kesimi ko'rsatilgan. Mashinaning qo'zg'almaydigan qismi stator deb atalib, po'lat magnit o'tkazgich (1) staninaga joylashgan (2). Magnit o'tkazgichning ichki doirasi bo'yicha po'lat qutblar joylashgan (3) bo'lib, ular yupqa po'lat tunkalardan tayyorlangan. Qutblarga o'ramli g'altaklar joylashtirilgan (4). Tok bu g'altaklardan oqib o'tib, qutblarda o'zgarmas magnit oqimlarini hosil qiladi. Mashinaning aylanuvchan qismi rotor deb atalib, po'lat tunukalardan silindr shaklida tayyorlangan bo'lib, uzunasidagi qirqilgan ariqchalar (pazalar) ichiga cho'lg'amlar o'ralgan g'altaklar joylashtirilgan. Rotor aylanganda bu o'ramlarda elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi. G'altakdagi o'ramlarning uchlari kollektorlarga ulangan (5). Bu kollektor plastinkalar g'ildirak shaklida bir-biriga izolyatsiyalar bilan yopishtirib joylashtirilgan. Bu izolyatsiyalar shaffof mineral (slyuda) jismlardan tayyorlangan. Kollektorlarga tashqi tomondan cho'tkalar bosim bilan yopishib turadi (6). Bu cho'tkalar ko'mirga o'xshaydi. Ular alohida cho'tka ushlaydigan qismlarga joylashtirilgan (7). Kollektor cho'tkalari bilan birga o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokga aylantirib beradi. Rotorning o'qi (vali) (8) podshipnikga joylashtirilgan bo'lib, mashinaning chetidagi qopqoqlarga o'rnatilgan (9). Mashinaning qutblariga joylashtirilgan cho'tkalardan chiqqan simlarning uchlari (10), yopiladigan qopqoqning ichiga olib kelinadi. Mashinaning oyoqlari (11) uni fundamentga mahkamlash uchun, dumaloq ilgaklari (12) esa uni ko'tarish va boshqa joylarga ko'chirish uchun xizmat qiladi.



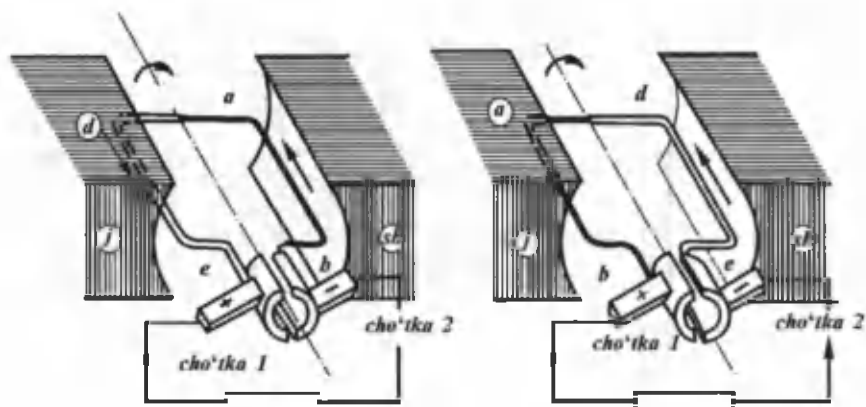
6.1. 1-rasm. O'zgarmas tok mashinasi:  
 a—umumiy ko'rinishi;  
 b—ko'ndalang qismi.

Qutblariga joylashtirilgan o'ramlarni qo'zg'atuvchi cho'lg'amlari deb aytiladi. O'ramlar qutblarda va ular orasida magnit maydonini hosil qilish uchun xizmat qiladi. Mashina yakori aylantirilganda (generator vazifasida), unda elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi, agarda (dvigatel vazifasida) elektr toki ulanganda yakor o'rami deb aytiladi.

## 6.2. O'zgarmas tok mashinasining ishlash tartibi

Mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantirib beradigan mashinalar generator deyiladi. Agar generator o'zgarmas tok ishlab

chiqarsa va uni tashqi zanjirga bersa, unday mashinalarni o'zgarmas tok mashinasi deb ataladi. Bunday generatorning prinsipial tuzilishi 6.2.1-rasmda ko'rsatilgan



6.2.1-rasm. O'zgarmas tok generatorining ishlash qoidasi.

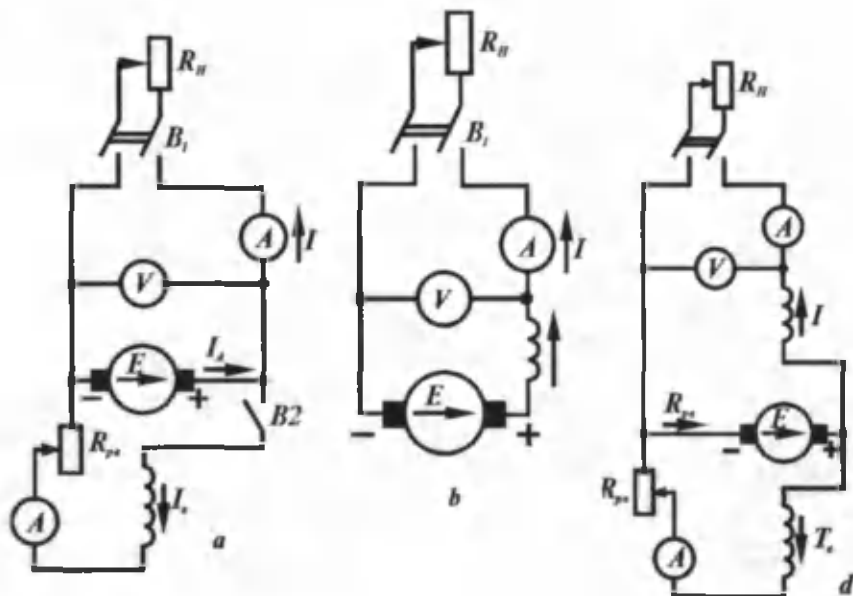
Agarda o'zgarmas magnit maydonida simli g'altakni aylantirilsa, u holda magnit maydoni g'altak o'ramlarini kesib o'tib, ularda o'zgaruvchan elektr yurituvchi kuch hosil qiladi. Generatorning kollektorlariga yopishtirilgan cho'tkalar orqali o'zgaruvchan elektr yurituvchi kuchni o'zgarmas elektr yurituvchi kuchga aylantiriladi. Agarda g'altak o'ramlariga kollektordagi cho'tkalar orqali o'zgarmas tok manbaini ulasak, u holda g'altakdan o'tgan elektr toki o'zgarmas magnit maydoni bilan o'zaro munosabatda bo'lib, mexanik energiya hosil qiladi va yakor aylana boshlaydi. Buni elektr energiyani mexanik energiyaga aylantirish deyiladi. Bunday mashinalar o'zgarmas tok dvigatellari deyiladi. Bunday o'zgarmas tok elektr dvigatelini dunyoda birinchi bo'lib rus olimi, akademik Boris Semyonovich Yakobi 1834-yilda yasagan. O'zgarmas tok generatorlari va dvigatellari yer yuzining hamma mamlakatlarida ishlatiladi.

### 6.3. O'zgarmas tok mashinalarining uyg'otish sistemalari

Uyg'otish o'ramini tashqi manba elektr tokidan ta'minlash mumkin. Bu manba akkumulyator batareyasi ham bo'lishi mumkin.

Bunday uyg'otish sistemasiga ega bo'lgan mashina uyg'otish sistemasi mustaqil bo'lgan mashina deyiladi. Agarda mashinaning uyg'otish sistemasi o'zida tayyorlangan elektr tokidan foydalansa, u holda mashina o'zini-o'zi uyg'otuvchi mashina deyiladi. O'zgarmas tok mashinalarining uyg'otish sistemalari o'zini-o'zi uyg'otish bo'yicha yakordagi o'ramlarga ulangan sxemalar har xil bo'ladi.

6.3.1-rasmda mumkin bo'lgan uch xil uyg'otish sistemasi ko'rsatilgan.



6.3.1-rasm. O'zgarmas tok mashinalarining uch xil uyg'otish sistemasi:

*a*—parallel uyg'otish o'rami; *b*—ketma-ket uyg'otish sistemasi; *d*—aralash uyg'otish sistemasi.

Agarda uyg'otish cho'lg'amlari yakorning o'ramlariga parallel ulangan bo'lsa, u holda bunday uyg'otish sxemasi mashinalarni parallel uyg'otish mashinalari deyiladi. Bunday sxemada uyg'otish o'ramiga xuddi parallel ulangan zanjirga o'xshab tokning kam qismi oqib o'tadi. Uyg'otish toki va elektr tarmoqlaridagi iste'molchilarga oqayotgan tokning yig'indisi mashinaning ishlab chiqarayotgan

to'liq toki hisoblanadi. Parallel uyg'otish o'ramining qarshiligi yakor o'ramining qarshiligidan bir necha o'n marta ko'p bo'ladi.

Agarda mashinaning uyg'otish o'rami yakorning o'rami bilan ketma-ket ulangan bo'lsa, u holda bunday sxemali uyg'otish mashinasi ketma-ket ulangan uyg'otish mashinasi deyiladi. Bu holda uyg'otish o'rami qalin simdan bo'lib, qarshiligi esa juda kam bo'ladi, chunki hamma tok uning uyg'otish o'ramidan o'tadi. Agarda uyg'otish o'rami ikkita cho'lg'amdan iborat bo'lsa, bu holda biri yakor o'ramiga parallel, ikkinchisi esa yakor o'ramiga ketma-ket ulanadi, bunday mashinalarni uyg'otish o'ramlari aralash bo'lgan mashinalar deb ataladi.

#### 6.4. O'zgarmas tok generatorining elektr tavsifi

O'zgarmas tok generatorining yakor o'ramlarida hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch mashinaning qutblari orasidagi magnit oqimi miqdoriga, o'ramning magnit kuch chiziqlarining kesib o'tish tezligiga va rotordagi cho'lg'amning ketma-ket ulangan o'ramlarining soniga bog'liq. Cho'lg'amning magnit kuch chiziqlarini kesib o'tish tezligi rotorning aylanish tezligiga va magnit oqimini hosil qiluvchi qutblarning soniga bog'liq. Elektr yurituvchi kuchning miqdorini quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:

$$E = \frac{\rho \cdot n}{15} \cdot w \cdot F \cdot 10^{-8} \text{ volt,}$$

bu yerda:  $F$  – magnit oqimi, mks. da o'lchanadi;  $n$  – aylanish tezligi, ayl/min. da o'lchanadi;  $\rho$  – mashinaning juft qutblar soni;  $w$  – bitta parallel cho'lg'am zanjiridagi ketma-ket o'ralgan o'ramlarning soni.

Agarda o'zgarmas miqdorlar  $C_E$  bilan almashtirilsa, u holda:

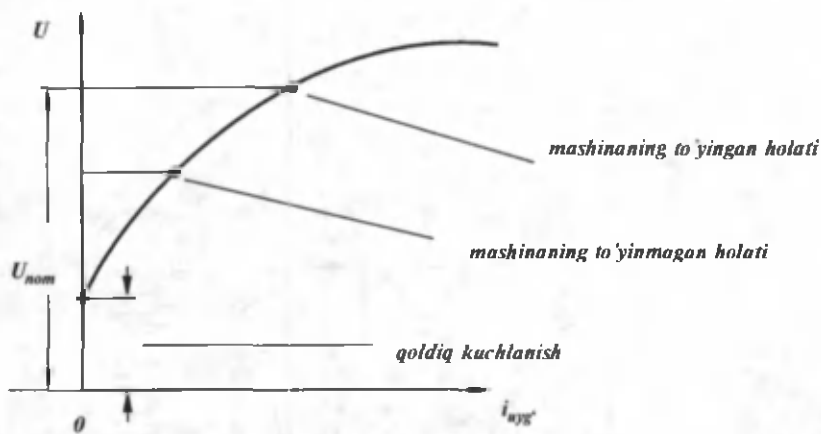
$$E = C_E \cdot n \cdot F \text{ volt,}$$

bu yerda:  $C_E$  – doimiy koeffitsiyent, u mashinaning konstruksiya ko'rsatkichlariga bog'liq.



Bu tenglikdan quyidagi xulosani chiqarish mumkin. O'zgarmas tok generatorining yakoridagi cho'lg'amda hosil bo'ladigan elektr yurituvchi kuch magnit oqimi va mashinaning aylanish tezligiga proporsionaldir.

O'zgarmas tok mashinasi generator vazifasida ishlaganda, uning rotorini o'zgaruvchan tok dvigateli aylantiradi. Bu dvigatellar ko'pincha asinxron dvigatellari bo'ladi. O'zgarmas tok generatorining bo'sh holatda ishlash tavsifi 6.4.1-rasmda ko'rsatilgan.



6.4.1-rasm. Generatorning bo'sh ishlash holati.

Generatorning uchlaridagi kuchlanish u bo'sh holatda ishlaganda uning uyg'otish tokiga bog'liq, ya'ni generatorga tashqaridan hech qanday yuk ulanmagan holda, bu holda generatorning aylanishi nominal tezlanish bo'lib generatorning bo'sh ishlash tavsifi deyiladi.

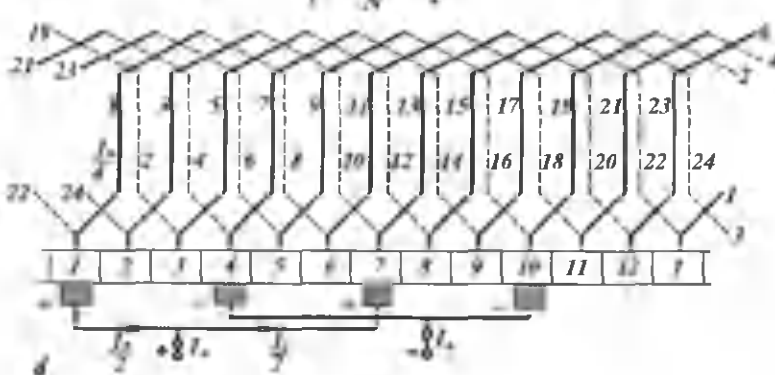
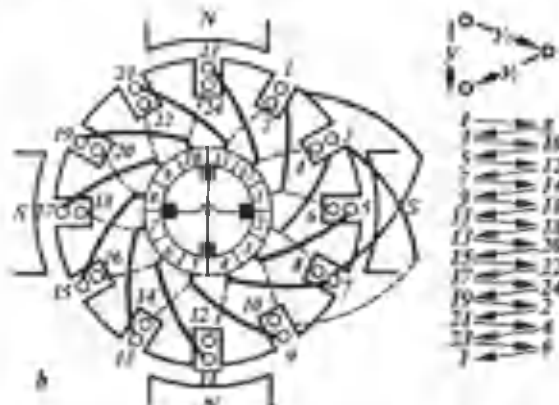
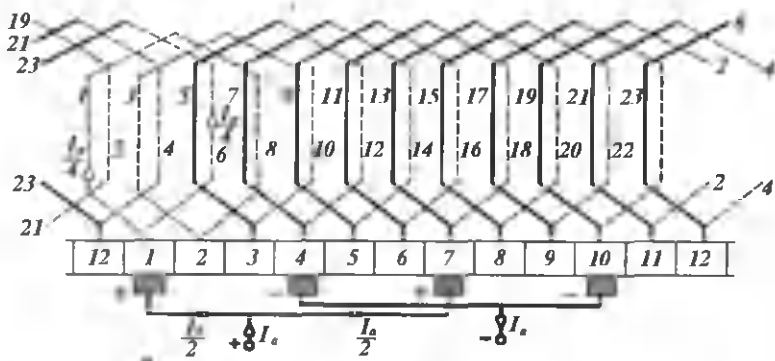
Generatorga yuk, ya'ni iste'molchilar ulangan holda uning uchidagi kuchlanishni quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

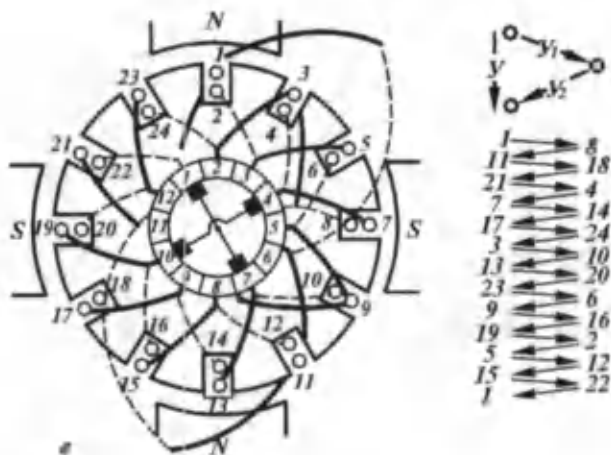
$$U = E - I_{ya} r_{ya} \text{ volt,}$$

bu yerda:  $E$  – elektr yurituvchi kuch;  $I_{ya}$  – yakor o'ramidagi tok, u taxminan yukning tokiga teng;  $r_{ya}$  – yakor o'ramining qarshiligi.

6.4.2-rasmda o'zgarmas tok mashinasi yakorining o'ramlari sxemasi ko'rsatilgan.

O'zgarmas tok generatorlari hamma sohalarda ishlatiladi.





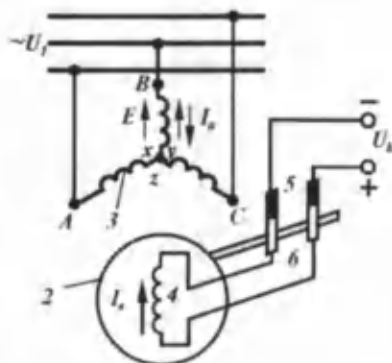
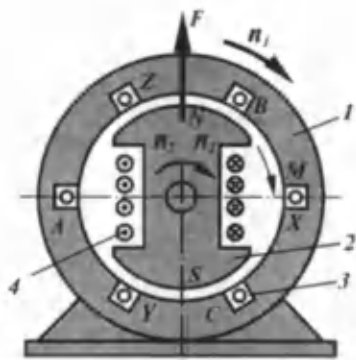
6.4.2-rasm. Yakor o'ramlari sxemasi:

*a*—petlevoi o'ramning yoyilgan sxemasi; *b*—petlevoi o'ramning aylana sxemasi;  
*d*—volnovoy o'ramning yoyilgan sxemasi; *e*—o'ramning aylana sxemasi.

## 7-bob. O'ZGARUVCHAN TOK MASHINALARI

### 7.1. Sinxron va asinxron generatorlar hamda dvigatellar

O'zgaruvchan tok mashinalari sinxron va asinxron generatorlar hamda sinxron va asinxron dvigatellarga bo'linadi. 7.1.1-rasmda sinxron mashinaning elektromagnit sxemasi va uning ulanish sxemasi ko'rsatilgan. Sinxron mashinaning statori (1) fazalari (chuqurchalari) orasiga uch fazali o'ram (3) joylashtirilgan. Fazalarning o'ram boshlanishlari A, B, C oxirlari X, Y, Z harflari bilan belgilangan. Uning rotorida (2) uyg'otish o'rami (4) joylashtirilgan. Bu o'ramlar cho'tka (5) va dumaloq kolso (6) bilan (uzukga o'xshash) tashqi tok manbai bilan ulangan. Uyg'otish uchun kerak bo'lgan quvvat sinxron mashinaning 0,3–3 % ni tashkil etadi.



7.1.1-rasm. Sinxron mashinaning elektromagnit statori va uning ulanish sxemasi.

## 7.2. O'zgaruvchan tok generatorlari

O'zgaruvchan tok generatori induksiya hodisasini amalda qo'llashga asoslangan. O'zgaruvchan tok generatorining ishlash prinsipi o'zgarvas tok generatorining ishlash prinsipi bilan bir xil.

O'zgaruvchan tok generatorining konstruksiyasi o'zgarvas tok generatorining konstruksiyasidan kollektor bilan farqi shundaki, o'zgaruvchan tok generatorlarida kollektor yo'q.

Rotorning o'ramidagi o'zgarvas tok hosil qilgan o'zgarvas magnit oqimi po'lat rotorning qutblari rotor bilan stator orasidagi bo'shliqni va statorning g'altagini kesib o'tadi. Agar rotor aylanayotgan bo'lsa, u holda aylanadigan magnit maydoni hosil bo'ladi. Statoridagi faza o'ramlarining simlarini kesib o'tib, ularda elektr yurituvchi kuch hosil qiladi. Bu o'ramlardagi o'zgaruvchan tokning chastotasini 50 gers etib qabul qilingan.

O'zgaruvchan tok generatorining chastotasi rotor aylanishining tezligiga bog'liq, shuning uchun rotorning aylanish tezligi aniq bo'lishi kerak. Agarda generator  $p$  qutblarga ega bo'lsa, rotor esa minutiga  $n$  marta aylansa, u holda o'zgaruvchan tokning chastotasi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

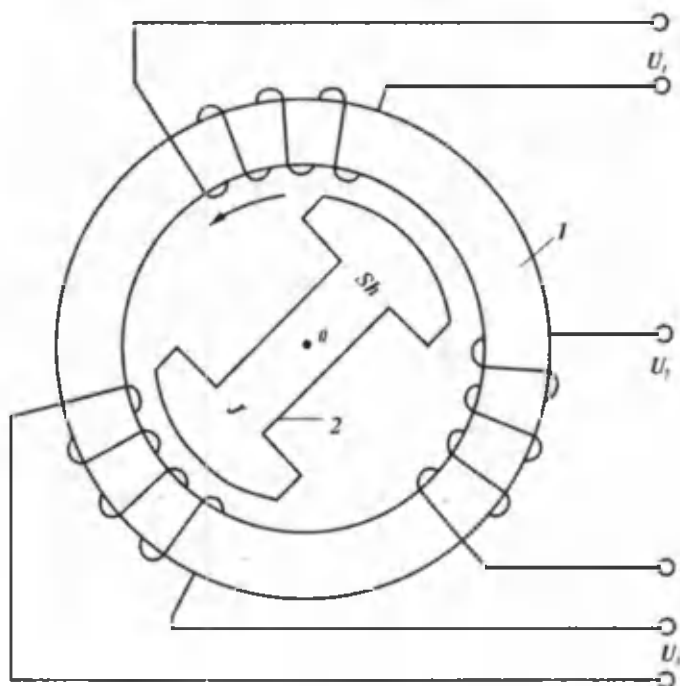
$$f = \rho \frac{n}{60}$$

Generator rotorining bir minutidaga aylanishi quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$n = \frac{60 \cdot f}{\rho}$$

Bu formuladan ma'lumki, generatorlarda o'zgaruvchan tokning chastotasi rotorning aylanish tezligi o'zgarishi bilan o'zgaradi.

Rotor qanday chastota bilan aylansa, magnit maydonining yig'indisi ham shunday chastota bilan aylanadi. Shuning uchun ham bunday mashina sinxron generatori deb ataladi. 7.2.1-rasmda sinxron generatorining tuzilish sxemasi ko'rsatilgan:



7.2.1-rasm. Sinxron generatorining tuzilish sxemasi:  
1—stator; 2—rotor.

Sinxron generatorlar turbo-gidro va dizel generatorlarga bo'linadi.

Turbogeneratorlar bug' yoki gaz turbinalari bilan birga tayyorlanib, qutblari bo'linmaydi. Ularning o'qlari gorizontal holatda joylashgan. Elektrostansiyalarda o'rnatiladigan generatordagi rotorlar o'qlarining diametrlari mexanik qattqlikni hisobga olib, 1—1,5 m bo'ladi. Rotorning uzunligi o'q egilishini hisobga olgan holda 7,5—8,5 metrni tashkil etadi. Turbogeneratorlarni suv va vodorod bilan sovitish hisobiga 800—1200 MVt quvvatga ega bo'lgan generatorlar ishlab chiqilgan.

$$1 \text{ MVt} = 1000 \text{ kVt} = 1000000 \text{ Vatt.}$$

Gidrogeneratorlar suv kuchi bilan aylantiriladi. Ularning bir minutda aylanish chastotasi 50—500 ayl/min. bo'ladi. Bu generatorning qutblarini ko'p qutbli qilib ishlab chiqariladi va quvvatlari 500 MVt gacha, rotorning diametri 15 metr, uzunligi esa 2 metr bo'ladi. Kuchli gidrogeneratorlarning o'qlari vertikal holatda ishlab chiqariladi.

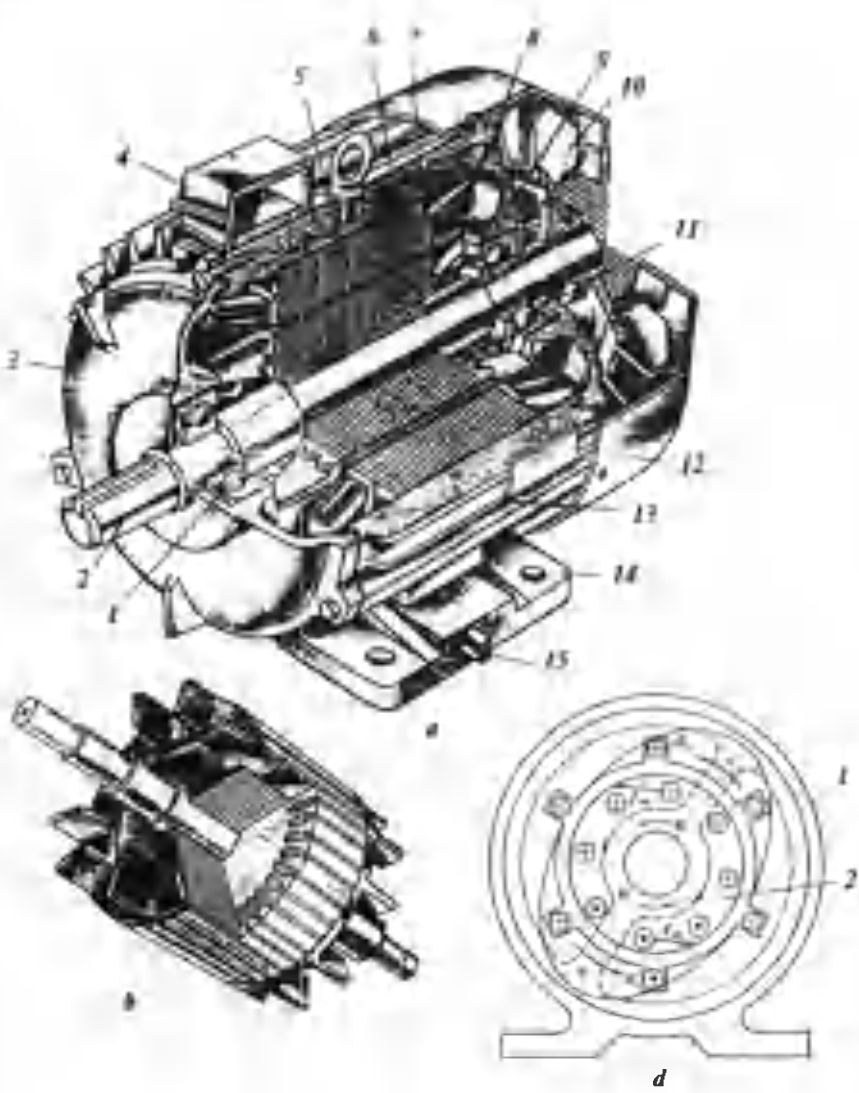
### **7.3. Sinxron va asinxron dvigatellar**

Sinxron dvigatellarning stator o'ramida o'zgaruvchan tok hosil qilgan magnit maydoni rotor o'ramidan o'tgan o'zgarmas tok magnit maydoni bilan o'zaro ta'siri natijasida rotor aylanadi. Sinxron dvigatelinig rotori ma'lum tezlik bilan aylanishi kerak.

Sinxron dvigatelinig ishga tushirish va uning rotorini ma'lum darajagacha aylantirish uchun boshqa dvigateldan foydalanish kerak. Uning shu kamchiligi bo'lganligi uchun u amalda kam qo'llanadi. Sinxron generatorlar asosan un tegirmonlari, kimyo korxonalarig va maxsus sohalarda ishlatiladi.

Asinxron dvigatellar barcha sohalardagi mashina, mexanizmlarda ishlatiladi. Bu dvigatellar shuning uchun ham juda keng tarqalgan. Asinxron dvigatellar stator o'ramidan o'tgan elektr toki o'zgaruvchan elektr maydoni hosil qilish hisobiga ishlaydilar.

Uch fazali elektrodvigatellarida ularning o'ramlaridan o'tgan o'zgaruvchan elektr toki aylanuvchi magnit maydonini hosil qiladi.



7.3.1-rasm. Uch fazali asinxron dvigatelining tuzilishi: a—umumiy kesimi; b—qisqa tutashgan rotor; d—stator va rotorning ko'ndalang kesimi.

- 1, 11—podshipniklar; 2—val (o'qi); 3,9—podshipnik shiltlari; 4—sim uchlari chiqarilgan quticha; 5—rotorning serdechnigi; 6—statorning serdechnigi o'zagi;
- 7—statorning korpusi; 8—statorning o'ramlari; 10—ventilyator; 12—usti (kojux);
- 13—qirralari; 14—o'qlari; 15—yerga ulash bolti.

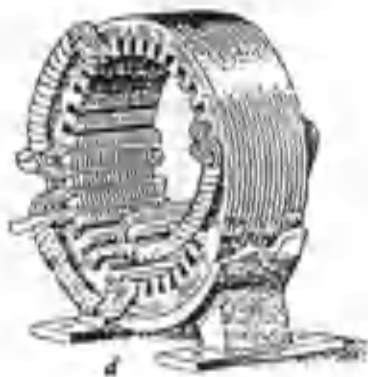
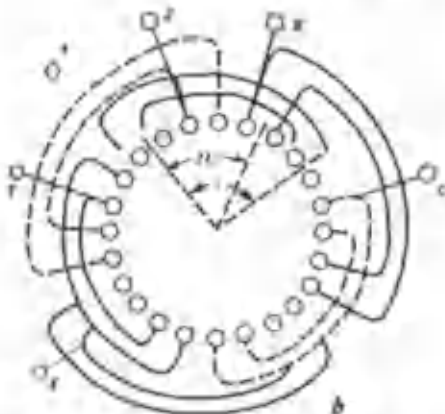
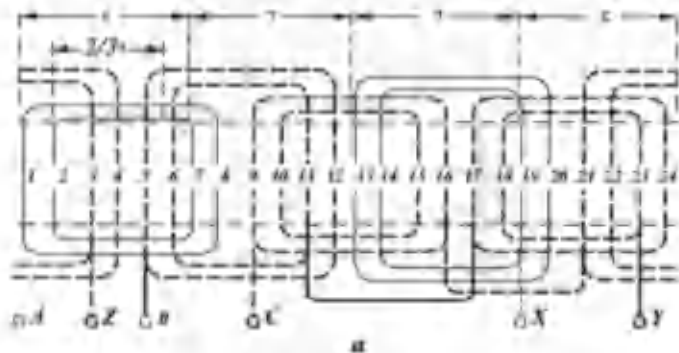
Bu o'ramlar bir-biridan 120 gradusga surilgan bo'lib joylashtirilgan. Toklar ham biridan shu gradusga surilgan. Uchta magnet maydoni qo'shilib, umumiy magnet maydoni hosil qiladi va stator ichida aylanadi. Bu magnet maydoni rotor o'ramida tok hosil qilib, va rotorni aylantiradi.

Stator magnet maydonining aylanish tezligidan rotorning aylanish tezligi orqada qoladi, shuning uchun bunday o'zgaruvchan tok mashinalari asinxron dvigatellar deb ataladi.

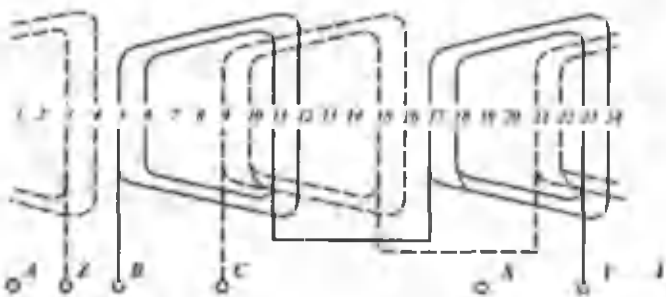
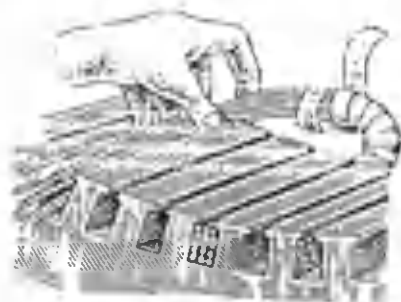
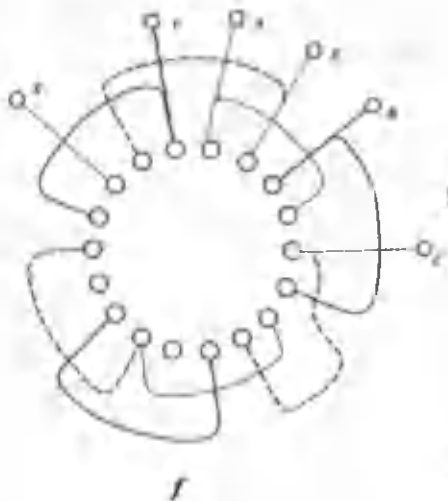
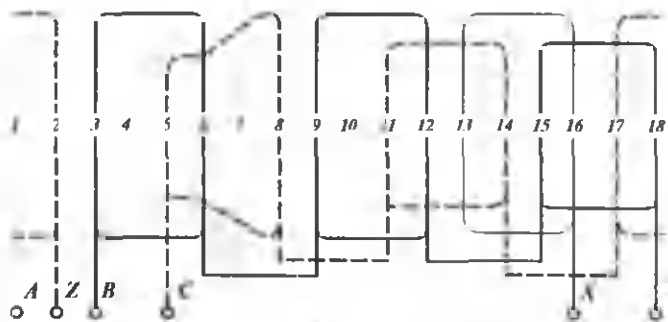
Asinxron dvigatelning ishqalanishi:

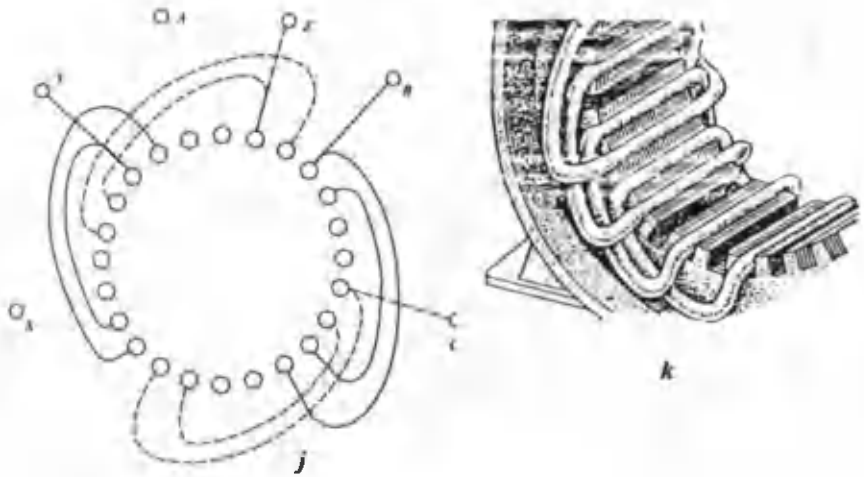
$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1},$$

bu yerda:  $n_2$  – rotorning bir minutiga aylanish soni;  $n_1$  – stator magnet maydonining bir minutdagi aylanish soni.



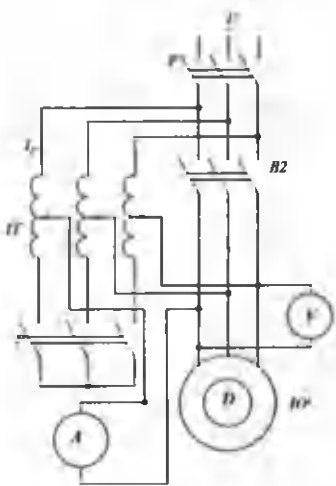






7.3.2-rasm. Asinxron dvigatelining bir qavatli o'ramlari.

*a* — o'ramning yoyilgan sxemasi; uch fazali; qutblar soni  $2p=4$ ; har bir qutbga pazlar soni va fazaga  $q=2$ ; *b* — yon tomoni; *d* — stator fazalarida g'altakning joylashishi; *e* — o'ramning yoyilgan sxemasi, juft qutblarning soni toq bo'lganda ( $m=3$ ;  $2p=6$ ;  $q=1$ ); *f* — yon tomoni; *g* — fazali rotor; bir qavatli g'altak o'rami, qayiltirilgan holda; *h* — bir qavatli o'ramning yumshoq g'altagini joylashtirish; *i* — bir xil g'altakli o'ramlarni joylashtirish ( $m=3$ ;  $2p=4$ ;  $q=2$ ); *j* — yon tomoni; *k* — bir xil g'altak o'ramining yuzi tomoni qismining joylashishi.




---

### 3-LABORATORIYA ISHI

---

#### Qisqa tutashgan rotorli uch fazali asinxron dvigatelning ishchi tavsifini olish

Uch fazali ishga tushirish (IT) o'rami bilan asinxron dvigatel elektr sxemasi. Ishlash o'rami (IO')

$U_p$ , V	P, kVt	$n_2$ , ayl./min	S, %	$n_1$	cos $\varphi$	$I_{ish}$ (ishchi tok)
220						
210						
200						
190						
180						

## 8-bob. TRANSFORMATORLAR

### 8.1. Transformatorlarning vazifasi

Transformator elektrdan foydalanishda asosiy uskuna hisoblanadi. U past kuchlanishdagi elektrni yuqori kuchlanishga yoki yuqori kuchlanishdagi elektrni past kuchlanishga aylantirib beradi. Transformator qo'zg'almas tuzilma hisoblanadi. Iste'molchilar elektr manбайдan uzoq bo'lganligi tufayli, elektr stansiyada ishlab chiqilgan elektroenergiyani ularga yetkazib berishi kerak. Bu vazifani transformatorlar va elektr uzatish liniyalari bajaradi. Elektr energiyani ming kilometrgacha uzatishga to'g'ri keladi. Generatorlar 10 ming va undan oshiq kuchlanishda bir soatiga bir milliongacha kilovatt soat elektr energiyasini ishlab chiqarsa, uni ming kilometrgacha uzatish uchun transformator uni 10 kilovolt dan 500 kilovoltgacha aylantirib beradi va uzatish liniyalari bu kuchlanishda elektr energiyani uzoq masofalarga yetkazib beradi. Iste'molchilar joylashgan yerda bu kuchlanishni yana 10 kilovoltli kuchlanishga aylantirish vazifasini transformator bajaradi. Agarda generatorlar ishlab chiqargan elektr energiyani 10 kilovolt da uzatilganda, u holda simlarning qalinligi kamida o'n santimetrgacha bo'lishi kerak. Bu simlarni ko'tarib turish uchun juda kuchli qurilmalar va ko'p miqdorda mis yoki alyumin simlar kerak bo'lar edi.

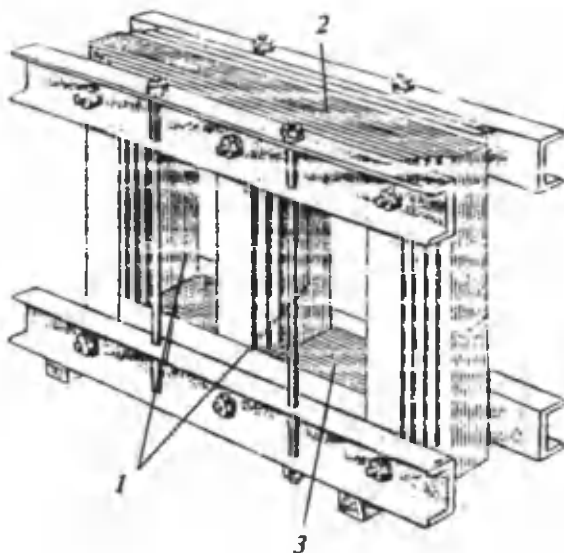
Transformatorlar kuchlanishni 35; 110; 220; 330; 500; 750 kilovoltlarga aylantirib berishi mumkin. Elektr energiyadan

foydalanadigan joylarda transformatorlar yordamida kuchlanishlarni 220 va 380 voltga aylantiriladi. Transformatorlar hamma sohalarda ishlatiladi. Ularning juda ko'p turlari bor.

## 8.2. Transformatorlarning tuzilishi

Transformator po'lat induktiv o'tkazgich, ikki yoki bir nechta o'zaro induktiv aloqada bo'lgan o'ramlardan iborat. Magnit o'tkazuvchi po'lat o'ramlar orasidagi elektromagnit aloqani kuchaytirish uchun kerak.

Transformator bir va uch fazali bo'ladi. 8.2.1-rasmda uch fazali transformatorning magnit o'tkazuvchisi ko'rsatilgan.



8.2.1-rasm. Uch fazali transformatorning magnit o'tkazuvchisi.

Bunda (1) temir yupqa plastinka tayoqchalar, ularga yuqorida (2) va pastda (3) o'ramlar joylashtirilgan. Girdob toklariga elektroenergiyning ko'p sarf bo'lmasligi uchun magnit o'tkazgichlarning qalinligi 0,35 dan 0,5 millimetrgacha bo'lgan elektrotexnikada ishlatiladigan temir tunukalardan tayyorlanadi. Tunukalarni bir-biridan lak, yupqa qog'oz yoki metall zaki (okalina) bilan izolyatsiyalanadi.

Transformatorlar ikki turga bo'linadi:

1 — yupqa plastinkalardan iborat tayyoqchali; 2 — bronli.

Yupqa plastinkali temir tunukalardan yasalgan tayyoqchalarga izolyatsiyali sim o'ramlar kiydiriladi.

Bronli transformatorlarda o'ramlarning bir qismini magnit o'tkazgich o'rab olgan. Transformator magnit o'tkazgichning gorizontal qismidagi o'ramlarni qurshab turganlarini yuqori va pastki bo'yinturuqlar (yarmolar) deyiladi. Katta va o'rta quvvatli transformatorlar tunuka po'latlardan tayyorlanadi. Bu transformator o'ramlarini sovitish uchun juda qulay. Transformatorlarda magnit qarshiligini kamaytirish uchun plastinkalar ulanishini har xil joyda qilinadi. Kichkina transformatorlarda plastinkalarni Sh shaklida tayyorlanadi. 8.2.2-rasmda po'lat plastinkalarning yig'ish sxemasi ko'rsatilgan.



8.2.2-rasm. Transformatorlarning magnit o'tkazgich yig'ma sxemasi.

Transformatorni tunuka idishga (bakga) joylashtirib, ichiga transformator yog'i quyiladi. Bu yog' sovitish uchun xizmat qiladi. Bron turdagi transformator yog'siz tayyorlanganligi uchun quruq transformator deyiladi.

### 8.3. Transformatorning ishlash prinsipi

8.3.1-rasmda ko'rsatilgan magnit o'tkazgich po'latga (1) sim (2) o'ramlar o'ralgan. Transformator ikki o'ramli bo'lsa, bir fazali, agarda uch o'ramli bo'lsa uch fazali bo'ladi. Birinchi o'ramiga  $U_1$  kuchlanish manbadan ulanadi. Buni transformatorning birinchi o'rami deb, uning o'ramlarini  $w_1$  deyiladi. Ikkinchi o'ramni  $w_2$  ikkinchi o'ram deb aytiladi. Unda hosil bo'lgan kuchlanishni  $E_2$  deyiladi. O'ramlarning uchlarini A va a, oxirlarini X va x deyiladi. O'zgaruvchan kuchlanishning ( $U_1$ ) ta'sirida birinchi o'ramning o'ramlaridan o'zgaruvchan tok  $I$  oqib o'tib, o'zgaruvchan magnit yurgazuvchi kuch  $i w_1$  hosil qiladi, bu esa magnit o'tkazuvchi

po'lat temirdan kesib o'tuvchi asosiy o'zgaruvchan magnit oqimi ( $F$ )ni hosil qiladi. Katta magnit o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan magnit o'tkazuvchini qo'llash, o'ramlar orasidagi o'zaro elektromagnit aloqasidagi magnit oqimini oshirishga imkoniyat yaratadi. Magnit oqimi  $F$  birinchi o'ramni ikkinchi o'ram bilan ulab, ularni birlashtiradi.

Birinchi o'ramning sinusoidal kuchlanishi sinusoidal magnit oqimini hosil qiladi:

$$F = F_m \sin \omega t,$$

bu yerda:  $F$  – magnit oqimi;  $F_m$  – birinchi o'ramdagi elektr yurituvchi kuchning amplitudasi (e.yu.k.);  $\sin t$  – tezlik burchagi.

Magnit oqimi birinchi o'ramda o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchini induksiyalaydi. Bu hosil qilingan e.yu.k. o'ramlarning o'ram soniga va magnit oqimining tezligiga proporsional:

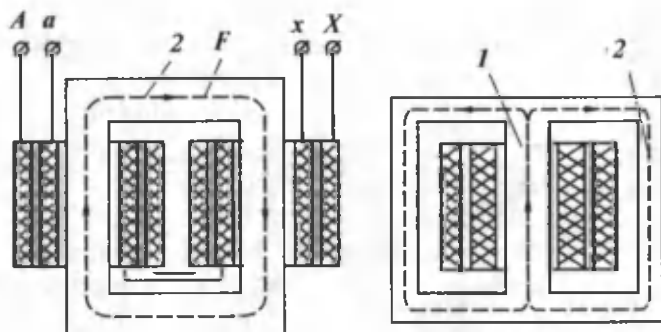
$$e_1 = -w \frac{dF}{dt} = -\omega w_1 F_m \cos \omega t = E_{1m} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}),$$

bu yerda:  $E_{1m} = \omega w_1 F_m$  – birinchi o'ramdagi elektr yurituvchi kuch (e.yu.k.) tebranishlari (amplitudasi).

Magnit oqimi ikkinchi o'ramda e.yu.k. hosil qiladi. Bu quyidagicha ifodalanadi:

$$e_2 = -w_2 \frac{dF}{dt} = -\omega w_2 F_m \cos \omega t = E_{2m} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}),$$

bu yerda:  $E_{2m} = \omega w_2 F_m$  – ikkinchi o'ramdagi e.yu.k. amplitudasi.



8.3.1-rasm.

Transformatorning ikkinchi o'ramidagi e.yu.k. fazasi birinchi o'ramdagi e.yu.k. fazasiga o'xshab magnit oqimidan  $\frac{\pi}{2}$  burchakga orqada qoladi, chunki bu ikkala e.yu.k. shu magnit oqimi bilan induksiyalanadi.

$$E_1 = \frac{E_{1m}}{\sqrt{2}} = \frac{\omega w_1 F_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f w_1 F_m = 4,44 f w_1 F_m;$$

$$E_2 = \frac{E_{2m}}{\sqrt{2}} = \frac{\omega w_2 F_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} f w_2 F_m.$$

e.yu.k. chastotasi bir xil bo'lganligi va bir xil magnit oqimi bilan induksiyalanganligi uchun birinchi o'ramdagi e.yu.k. ikkinchi o'ramning e.yu.k.dan farq qiladi, chunki birinchi o'ramning o'ram soni  $w_1$  ikkinchi o'ram soni  $w_2$  dan farq qiladi. O'ram soni qancha ko'p bo'lsa, shuncha e.yu.k. ko'p bo'ladi.

Birinchi o'ramning e.yu.k.ni ikkinchi o'ramdagi e.yu.k.ga nisbati transformatorning koeffitsiyenti deb ataladi.

$$K = \frac{E_1}{E_2}.$$

Transformatorning  $w_2$  o'rami ko'p bo'lib,  $w_1$  o'rami kam bo'lsa, kuchlanishni oshiruvchi transformator deyiladi, agarda  $w_2$  o'rami kam bo'lib,  $w_1$  o'rami ko'p bo'lsa, kuchlanishni kamaytiruvchi transformator deb aytiladi. Transformatorlar bir fazali va uch fazali bo'ladi.

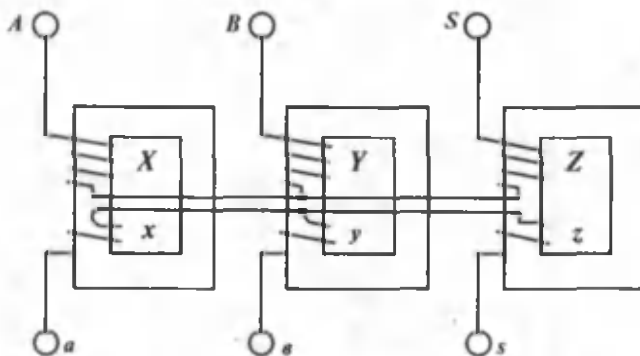
#### 8.4. Uch fazali transformator

Uch fazali tokni transformatsiya qilish uchun bir fazali transformatorlarni qo'llash mumkin. 8.4.1-rasmda transformator guruhlarini ulash sxemasi keltirilgan. Ularning o'ramlarini yulduz yoki uchburchak shaklida ulash mumkin. Amalda uch fazali transformatorlar qo'llaniladi. Uch fazali transformatorlarning yuqori kuchlanish tomonidagi o'ramlarning uchlarini *A*, *B*, *S*

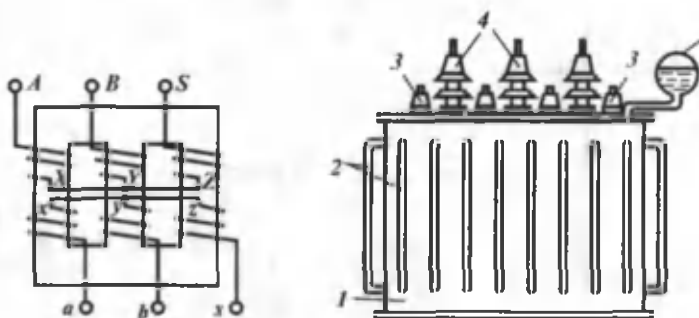
bilan, oxirlarini  $X, Y, Z$  bilan belgilanadi. Ikkinchi o'ramlarning uchlarini  $a, b, s$  bilan, oxirlari esa  $x, y, z$  bilan belgilanadi.

Transformatorlarda asosan uchburchak va yulduzli ulanish usullari qo'llaniladi.

Uch fazali transformatorlarning birinchi va ikkinchi o'ramlari yulduz shaklida ulanishi eng arzon va sodda hisoblanadi, chunki ularning har bir o'rami va izolyatsiyasi (neytrali yerga ulanganda) halos fazali kuchlanishga va lineyniy tokga hisoblangan bo'ladi. Transformatorlarning pastki kuchlanishi tomonida iste'molchilarga neytral simi kerak bo'lmasa, u holda yulduz-uchburchak ulanishdagi katta quvvatdali transformatorlar ishlatiladi. Transformatorlarning lineyniy kuchlanishi nisbati uning o'ramlarining ulanish turiga bog'liq.



8.4.1-rasm. Bir fazali uchta transformatorni ulash sxemasi.



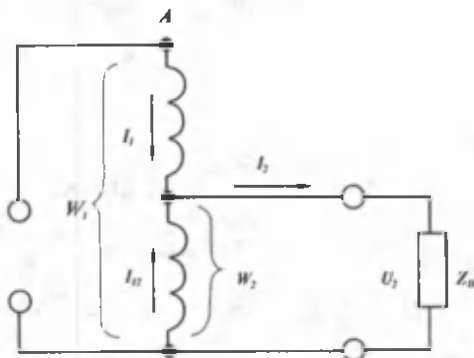
8.4.2-rasm. Transformator baki:

1—bak; 2—radiator; 3—past kuchlanish izolyatori; 4—yuqori kuchlanish izolyatori.



## 8.5. Avtotransformatorlar

8.5.1-rasmda avtotransformatorlarning prinsipial sxemasi keltirilgan. Avtotransformatorlarda pastki kuchlanishning o'ramlari yuqori kuchlanish o'ramlarning qismi bo'ladi.



8.5.1-rasm. Avtotransformatorlarning prinsipial sxemasi.

Avtotransformatorlarda elektr energiya elektromagnit yo'li bilan uzatishdan tashqari, o'ramlarning bir-biriga ulanganligi orqali ham uzatiladi.

Avtotransformatorlarda kuchlanishi va tok kuchlarining o'zaro bog'lanishi odatdagi transformatorlarnikiga o'xshash:

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{w_1}{w_2} \approx \frac{I_2}{I_1}.$$

Avtotransformatorlar hamma sohalarda ishlatiladi.

## 8.6. Transformatorlarda quvvatning yo'qolishi va foydali ish koeffitsiyenti

Transformatorga ulangan quvvat

$$P_1 = U_1 I_1 \cos \varphi_1.$$

Transformator tayyorlagan va iste'molchilarga berayotgan quvvati:

$$P_2 = U_2 I_2 \cos \varphi_2.$$

Ularning ayirmasi  $P_1 - P_2$  quvvatning yo'qolishi bo'ladi.

Katta quvvatli transformatorlarda quvvatning yo'qolishi 1—5 % bo'ladi.

Transformatorning foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P_{\text{pul.}} + \Delta P_{\text{otr.}}}$$

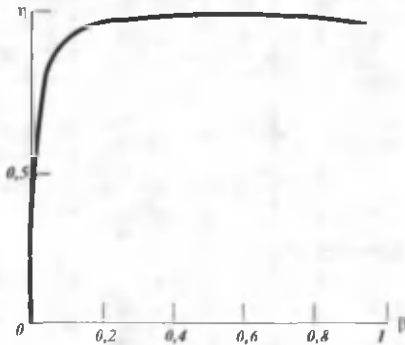
Transformatorning yuklanish (nagruzka) koeffitsiyenti

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2n}} = \frac{I_1}{I_{1n}} = \frac{P_2}{S_n \cdot \cos \varphi_2}$$

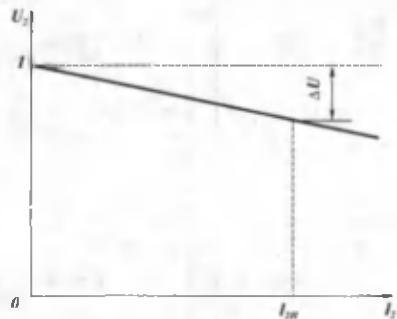
8.6.1-rasmda transformatorning foydali ish koeffitsiyentini transformatorning yuklanish koeffitsiyentiga bog'liqligi ko'rsatilgan.

Kichik quvvatli transformatorlarda meyorli foydali ish koeffitsiyenti 70 dan 90 foizgacha bo'lishi mumkin.

8.6.2-rasmda transformatorning tashqi tavsifi keltirilgan.



8.6.1-rasm.  $\eta = f(\beta)$  ga bog'liqlik grafigi.

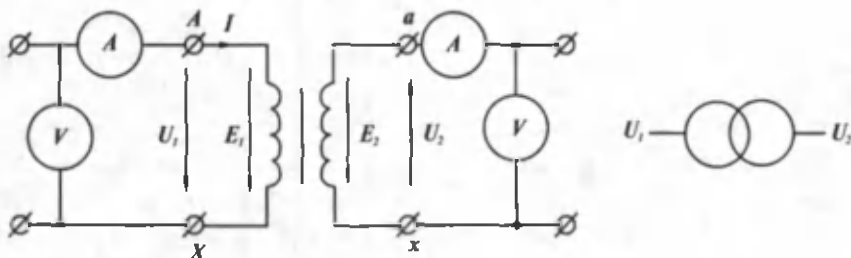


8.6.2-rasm. Transformatorning tashqi tavsifi.

#### 4-LABORATORIYA ISHI

##### Bir fazali transformatorlarning foydali ish koeffitsiyentini aniqlash

U <sub>1</sub> , B	U <sub>2</sub> , B	I <sub>1</sub> , a	I <sub>2</sub> , a	P <sub>1</sub> , κVt	P <sub>2</sub> , κVt	η	cos φ



#### 9-bob. ELEKTR O'LCHOVLARI

O'lchov — bu tajriba yo'li bilan fizik miqdorlarning ko'rsatkichlarini aniqlash. Elektr apparatlarini boshqarilganda tok, kuchlanish, qarshilik, quvvat, chastota, elektr energiyasini sarflash va boshqa ko'rsatkichlarni o'lchanadi. Buning uchun har xil o'lchov asboblari ishlatiladi.

O'lchov usullari va qurollari takomillashtirilmaganligi uchun xatolar qo'yilishi mumkin, shuning uchun o'lchov miqdorlari haqiqiy ko'rsatkichlardan farq qiladi.

Ko'rsatgan o'lchov miqdorlar bilan haqiqiy miqdor orasidagi xato quyidagicha topiladi:

$$\Delta A = A_{o'l} - A.$$

O'lchovlarni nisbiy xatoda baholash mumkin:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A} \cdot 100 \%$$

O'lchov xatolari doimiy qo'pol va boshqa hodisalar sababli bo'lishi mumkin.

Bir xil o'lchovlarni hisoblash yo'li bilan topiladi. Masalan, qarshilik  $R$  – Om qonuni bo'yicha hisoblansa, u holda kuchlanish  $U$  va  $I$  tokni asbob bilan o'lchab,  $R$  formula orqali topiladi:

$$R = \frac{U}{I}.$$

### 9.1. Elektr o'lchov asboblari

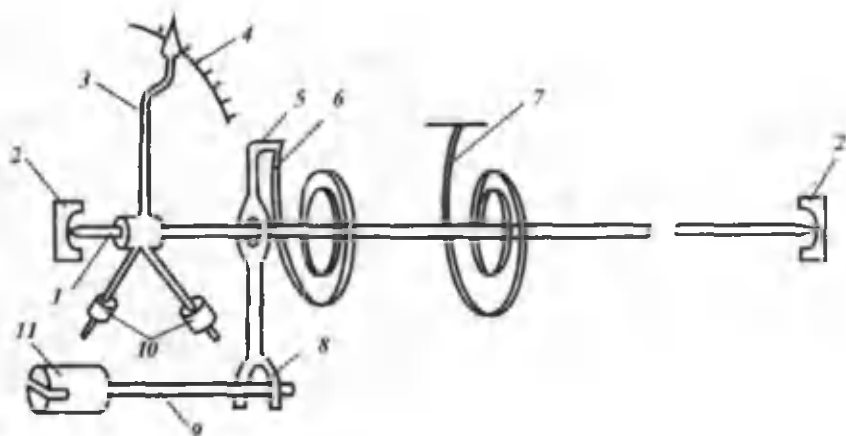
Asboblar o'lchov miqdorlari va tokning turlari, ta'sir etish qoidasi, aniqlik darajasi, tashqi hodisalardan himoyalash darajasi hamda gabarit (hajm) o'lchamlariga bo'linadi.

Asboblarning tuzilishi har xil bo'ladi, lekin bir qator qismlari bir-biriga o'xshab ketadi. O'lchov miqdorining ta'sirida asbob o'lchov mexanizmining qo'zg'aluvchi qismida aylanish momenti hosil bo'ladi.

Ko'pgina o'lchov asboblarida aylanish momentidan tashqari, qarama-qarshi ta'sir etuvchi kuch hosil bo'ladi (tortilgan prujina, osib qo'yilgan qismlarni burash). Burchak burilishi ko'p bo'lgan sari harakatlanish qismining momenti oshib boradi. Asbobning strelkasi ikki moment teng bo'lgan holatda to'xtaydi.

9.1.1-rasmda o'lchov asbobining qo'zg'aluvchi qismi ko'rsatilgan bo'lib, bunda asbobning o'qi (1) qo'zg'almas tovonga (2) o'rnatilgan spiral prujinalar (6) va (7) bir-biriga qarshi moment hosil qiladi. Ular alohida bronzadan tayyorlangan. O'qiga strelka (3) o'rnatilgan bo'lib, u darajalarda (4) o'lchanadigan o'lchov miqdorlarini ko'rsatadi. Qo'zg'aluvchan qismini muvozanatda saqlash uchun posangi (10) xizmat qiladi. U strelkani nol holatda ushlaydi, bu korrektor deyiladi. Korrektor (11) vint, qo'l (9), vilka (8), povodok (tizgin) (5) dan iborat.

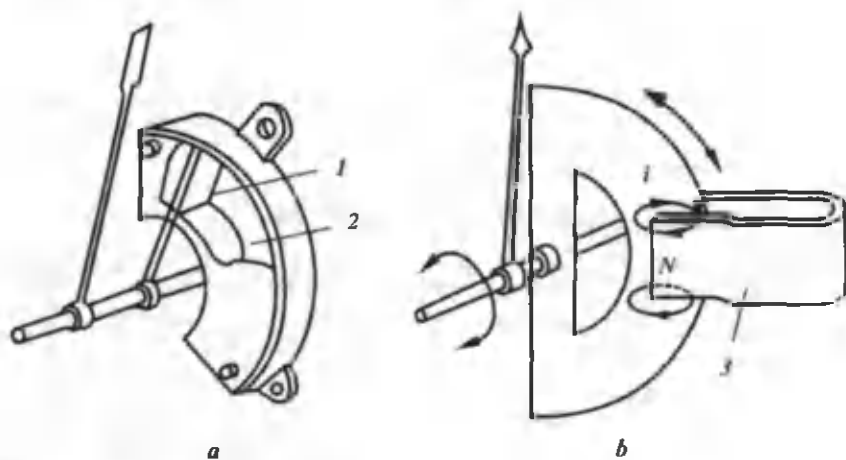
Hozirgi zamon o'lchov asboblarida qo'zg'aluvchan qismlar yumshoq metall iplar bilan tortib yoki osib qo'yiladi. Bunday konstruksiyalarda qo'zg'aluvchan qismlar orasida ishqalanish bo'lmaydi. Qolaversa, asboblar juda sezgir, har xil siljish va tebranishlarga chidamli bo'ladi.



9.1.1-rasm. O'ichov asbobining qo'zg'aluvchan qismi.

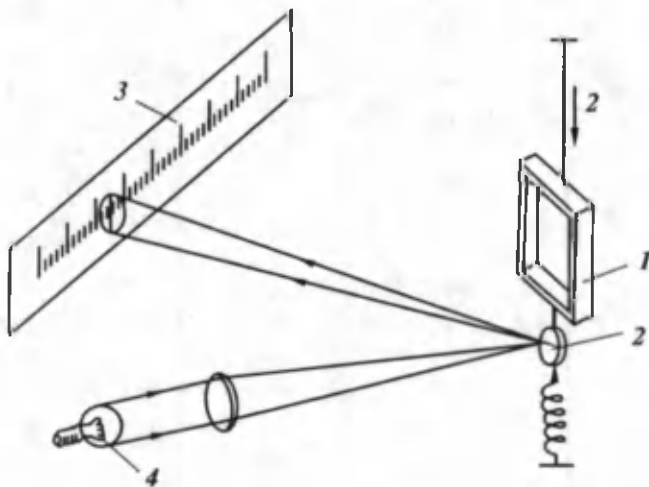
Bunday asboblarning tebranish vaqtini kamaytirish uchun tinchitgich tuzilmalar qo'llanadi. Bu 9.1.2-rasmda ko'rsatilgan.

9.1.2 *a*-rasmda havo tinchitgich qanotli (1) va yopiq kamera (2) ko'rsatilgan. 9.1.2 *b*-rasmda magnet induksiyali tinchitgich tebranishlarning vixr toklarini o'zgarmas magnet (3) bilan o'zaro ta'sirida to'xtaydi.



9.1.2-rasm. Havoli (*a*), magnetli (*b*) tinchitgich.

Asboblarning o'lchovini juda aniqroq darajaga oshirish uchun, ya'ni aniqligini 0,5 klassga va undan ortiqqa ko'tarish uchun pichoqqa o'xshagan strelka va tosh oynali shkala bilan ta'minlanadi. Bu holda hisob strelka o'zini suratini oynada yopib turgan holatida o'lchanadi. Qo'zg'aluvchan qismi juda kam suriladigan asboblarda sezgirlikni oshirish uchun yorug'lik yordamida ko'rsatuvchi qo'llanadi. 9.1.3-rasmda shunday asbobning elementlari ko'rsatilgan.



9.1.3-rasm. Yorug'lik yordamida ko'rsatuvchi tosh oynali galvanometrning tuzilishi:

1—osib mahkamlab qo'yilgan qo'zg'aluvchan qismning g'altagi; 2— asbobning qo'zg'aluvchan qismiga mahkamlab qo'yilgan dumaloq tosh oynacha; 3—shkala; 4—yorug'lik manbai. Yorug'lik ko'rsatkichini uzun strelka bilan tenglashtirsa bo'ladi.

## 9.2. O'lchov mexanizmlari

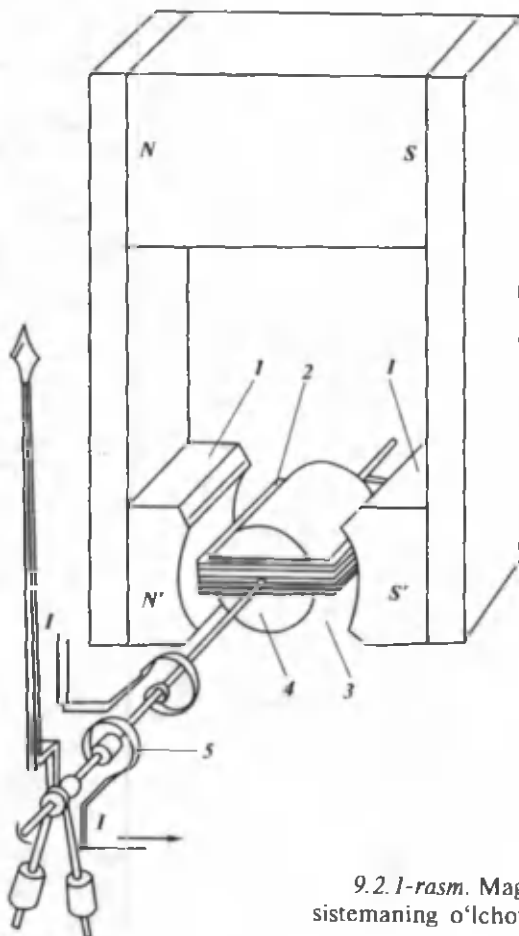
Har qanday asbobning asosiy baholanadigan qismi o'lchov mexanizmi bo'ladi. Masalan, magnitoelektr sistemalarda (9.2.1-rasm) aylantiruvchi moment alyumin ramkaga o'ralgan g'altak (2) bilan o'zgarimas magnit (1) maydoni orasida o'zaro ta'sir kuchi hosil bo'lishi natijasida bo'ladi. Qutblar orasidagi bo'shliqda (3) qutblar bilan po'lat silindr (4) orasida g'altak joylashtirilgan bo'lib, bu yerda bir xil magnit maydoni hosil bo'ladi.

Ramkaga ta'sir qilayotgan aylantiruvchi moment  $M_{ay}$  g'altakdan o'tayotgan  $I$  tokga proporsional:

$$M_{ay} = k I.$$

Prujinalar (5) hosil qilayotgan qarama-qarshi moment burchak burilishiga proporsional:

$$M_{qar.} = K_{qar.} \cdot \alpha.$$



9.2.1-rasm. Magnitoelektir sistemaning o'lchov mexanizmi.

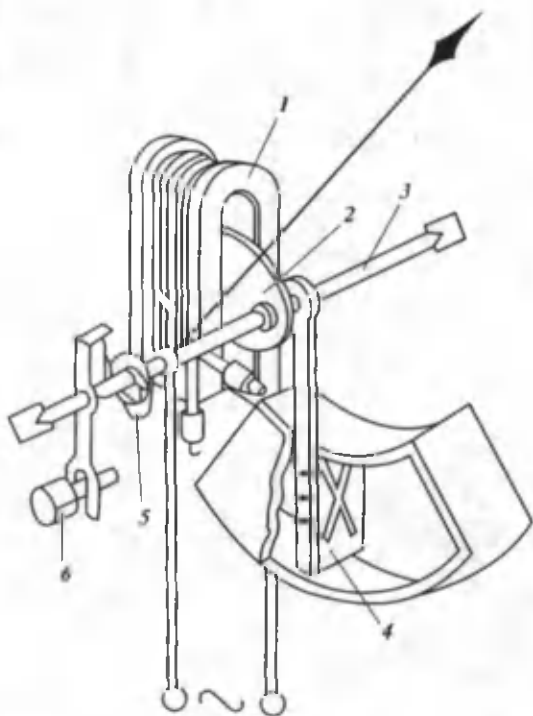
Strelkaning to'xtagan holatida momentlar bir-biriga teng bo'ladi. U holda strelkaning burilish burchagi:

$$a = \frac{K}{K_{\text{spr}}} I = SI,$$

bu yerda:  $S$  asbobning o'zgarmasligi ( $\frac{1}{S}$  — uning sezgirligi).

Magnitoelektr sistemaning asboblari juda sezgir va miqdorlarni aniq ko'rsatadi. Ularning shkaladagi chiziqqlarning oralari bir xil masofada. Lekin bu asboblarni o'zgarmas tok zanjirlarida ishlatish

mumkin. Magnitoelektr sistemadagi asboblarni o'zgaruvchan tokda ishlatish uchun, o'zgaruvchan tokni to'g'rilagichlar yordamida o'zgarmas tokga aylantirish kerak. U holda ularni o'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlatish mumkin. O'zgaruvchan tokni diodlar yordamida o'zgarmas tokga aylantiriladi.



9.3. 1-rasm. Elektromagnit sistema asbobining tuzilishi:

1—sim o'ralgan g'altak; 2—temir o'zak; 3—strelka o'qi; 4—qanot (korrektor); 5—prujina; 6—rinchlantiruvchi.

### 9.3. Elektromagnit sistema asboblari

Elektromagnit sistema asboblari (9.3.1-rasm) o'lchanadigan tok qo'zg'almas (1) g'altakdan o'tganda, asbobning qo'zg'aluvchan qismiga mahkamlangan (3) o'qqa o'r-



natilgan po'lat o'zakni (serdechnikni (2) magnitlaydi va uni g'altakga tortadi. G'altakdan o'zgaruvchan tok o'tganda o'zak ikki tomonga ham surilishi mumkin, shuning uchun bunday asbob o'zgaruvchan va o'zgarmas tokni o'lchash uchun ishlatilishi mumkin.

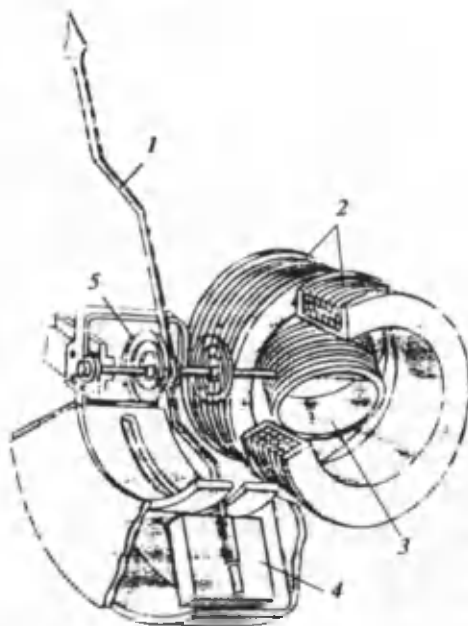
Elektromagnit sistema asboblari ishlash uchun ko'p quvvat oladi, lekin konstruksiyalari sodda, arzon va har xil og'irliklarga bardosh beradi. Shuning uchun ham amalda kuchlanish va tok kuchini o'lchash uchun elektr shitlarga o'rnatiladi.

#### 9.4. Elektrodinamik sistema asboblari

Elektrodinamik sistema asboblari aylantiruvchi moment (holat) qo'zg'almas (2) va qo'zg'aluvchi (3) g'altaklar toklarining o'zaro ta'sirida hosil bo'ladi (9.4.1-rasm). Asbobni zanjirga ulanganda qo'zg'aluvchan qismining burchak burilishi o'zgarmas tok zanjiridagi g'altaklardan o'tayotgan toklarining yig'indisiga proporsional. (1) ko'rsatuvchi strelka, (4) tinchlantiruvchi, (5) prujina.

O'zgaruvchan tok zanjirida aylanuvchi moment o'rtacha davri va asbobning qo'zg'aluvchan qismining burchak burilishi ta'sir etayotgan tokning ta'siridan tashqari fazalarning burchak surilishiga ham bog'liq.

Elektrodinamik sistema asboblari ampermetr, voltmetr, vattmetr sifatida ishlatiladi. Shuni aytib

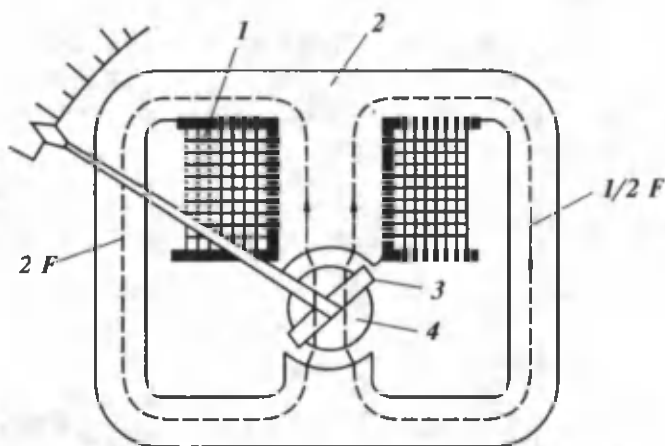


9.4.1-rasm. Elektrodinamik sistema asboblarning tuzilishi.

o'tish kerakki, ampermetr va voltmeter shkalalari kvadratik, ya'ni ( $a - F$ ), vattmetrniki esa bir xil oralik o'lchamlarda bo'ladi.

### 9.5. Ferromagnit sistema asboblari

Bu asboblarning juda qimmat turishi bilan bir qatorda, ularni tayyorlash murakkab, undan tashqari, ferromagnit materiallar juda kam, lekin miqdorlarni aniq ko'rsatadi. Shuning uchun ham ular laboratoriyalarda ishlatiladi. Ferrodinamik sistema asboblarning ishlash prinsiplari 9.5.1-rasmda ko'rsatilgan. Ularning ishlash prinsiplari elektrodinamik sistema asboblarnikiga o'xshaydi.



9.5.1-rasm. Ferrodinamik sistema asbobi sxemasi.

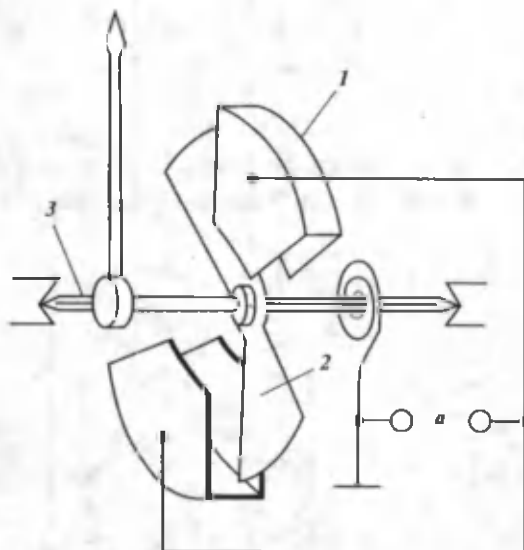
Qo'zg'almas g'altak (1) toki hosil qilgan magnit oqimi po'lat o'zak (2), qo'zg'aluvchan g'altak (3) ichiga joylashtirilgan qo'zg'almas po'lat silindr (4) orqali ulanadi. Po'lat magnit o'tkazgich tashqi magnit maydonlarning ta'sirini yo'qotishga imkoniyat yaratadi, o'zining kuchli magnit maydonini va kuchli aylanish momentini (lahzasini) hosil qiladi. Bu esa asboblarning elektr energiyasini iste'mol qilishini kamaytiradi.

Ferrodinamik asboblarni shitlarga o'rnatish va o'zgaruvchan toklarni o'lchashda olib yurish uchun ishlab chiqariladi.

Bu ferromagnit mexanizmlar o'zi yozar asboblarda ishlatiladi, chunki bunday asboblarda kuchli aylantirish momenti kerak.

### 9.6. Elektrostatik sistema asboblari

Elektrostatik sistema asboblarning ishlash prinsiplari (9.6.1-rasm) qo'zg'almas (1) va qo'zg'aluchan (2) metall, izolyatsiyalangan va qarama-qarshi zaryadlangan plastinkalarning o'zaro ta'siriga asoslangan.



9.6.1-rasm. Elektrostatik sistema asbobining tuzilishi.

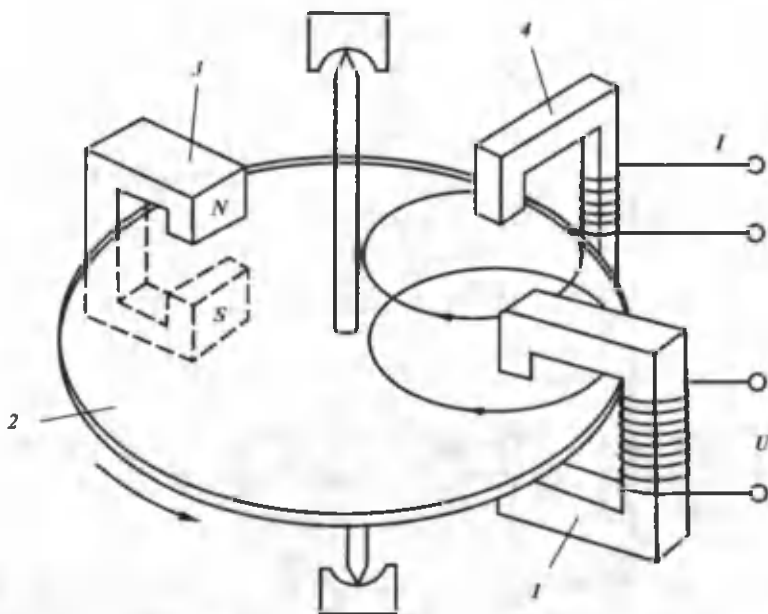
Qo'zg'aluvchan plastinka o'zini ko'rsatuvchi strelkasi bilan o'qda (3) elektr maydonning ta'sirida buriladi. Bunday asboblar yuqori kuchlanishlarni o'lchash uchun maxsus laboratoriyalarda qo'llaniladi.

Elektrostatik voltmetr o'zgarmas va o'zgaruvchan kuchlanishlarni o'lchash uchun qo'llanadi. Voltmetr elektr energiyasini sarf qilmaydi, shuning uchun u kam quvvatli zanjirlarda qo'llanadi.

## 9.7. Induksion sistema o'lchov mexanizmi

Induksion sistema o'lchov mexanizmlari sarf bo'layotgan elektr energiyani hisoblash asboblari — schetchiklarida ishlatiladi. Bu asboblarning qo'zg'alish qismi aylanadi. Uning aylanish chastotasi tekshirib turiladigan quvvat nagruzkasiga proporsional bo'ladi.

Schetchikni (9.7.1-rasm) o'zgaruvchan tok dvigateli desa bo'ladi. Asbobda ikkita qo'zg'almaydigan elektromagnitlar (1) va (4) o'qqa o'rnatilgan alyumin diskni (2) o'zgaruvchan elektr magnet maydonlari bilan kesib o'tadi va unda toklar induksiyalanadi. (3) o'zgarmas magnet ularning elektromagnitlari oqimi bilan o'zaro qarama-qarshi aylanish momentini yaratadi. O'rami ko'p bo'lgan cho'lg'amli bitta elektromagnit katta induksiyaga ega bo'lib, u zanjirga parallel ulanadi, o'rami kam bo'lgan cho'lg'amli elektromagnit esa zanjirga ketma-ket ulanadi. Shunday qilib, bitta magnet oqimi



9.7.1-rasm. Induksiya sistema asbobining tuzilishi.

U kuchlanishga proporsional, boshqasi esa I tokga proporsional. Bu holda aylanuvchi oqim  $M_{ay}$ , o'zgaruvchan tok quvvatiga proporsional:

$$M_{ay} = K_{ay} U \cdot I \cdot \cos s = K_{ay} \cdot P.$$

Ma'lum chastota aylanishda  $M_{ay} = M_{\text{torm}}$ , u holda:

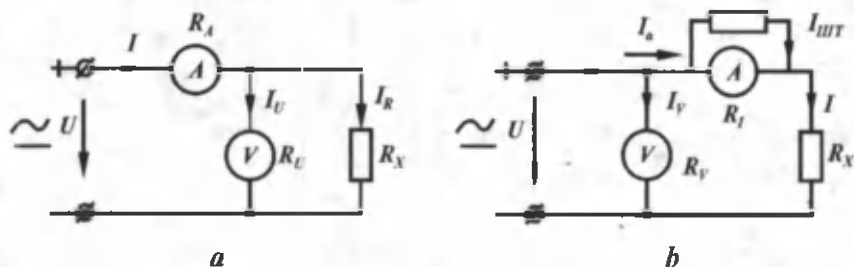
$$P = \frac{K_{\text{torm}}}{K_{ay}}.$$

Induksiya sistema asboblari ortiqcha yuklarga bardosh, katta aylanish momentiga ega, tashqi magnit maydonlariga kam sezgir. Lekin sezgirligi yetishmaydi, uning ko'rsatkichlari o'lchanadigan tokning chastotasiga va haroratiga bog'liq.

### 9.8. Tokni va kuchlanishni o'lchash

Tok va kuchlanishni o'lchaydigan ampermetr va voltmترلar mexanizmlarining tuzilishi bir xil. Ularning o'lchaydigan sxema parametrlari esa har xil bo'lib, zanjirga ham har xil ulanadi.

Ampermetr R iste'molchi zanjiriga ketma-ket ulanadi (9.8.1-rasm).

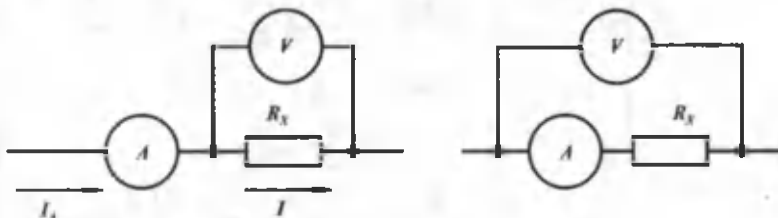


9.8.1-rasm. a—ampermetrni zanjirga to'g'ridan-to'g'ri ulash; b—ampermetrni shunt bilan birga ulash.

Voltmetr elektr zanjiriga tokopriyomnik bilan parallel ulanadi (9.8.2-rasm). Voltmetrning qarshiligi juda katta bo'ladi. Om qonuniga asosan voltmetrning tok kuchi:

$$I_V = \frac{U_V}{R_V}, A.$$

Shuning uchun ham voltmetr qo'zg'aluvchan qismining burchak o'zgarishi kuchlanishning miqdoriga bog'liq.



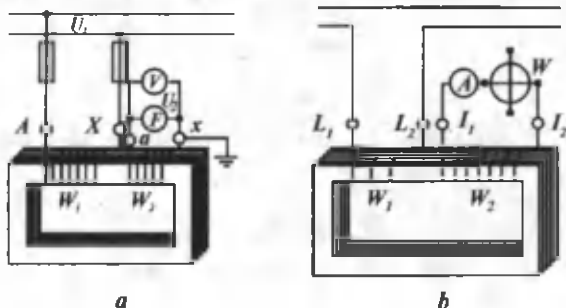
9.8.2-rasm. Voltmetrni ulash sxemasi.

Zanjirning ishlash rejimini buzmaslik va ortiqcha energiya sarf bo'lmisligi uchun voltmetrning qarshiligi juda katta bo'lishi kerak.

$$P_V = \frac{U_{\max}^2}{R_V} \text{ kam bo'lishi kerak.}$$

## 9.9. Kuchlanish va tok transformatorlari

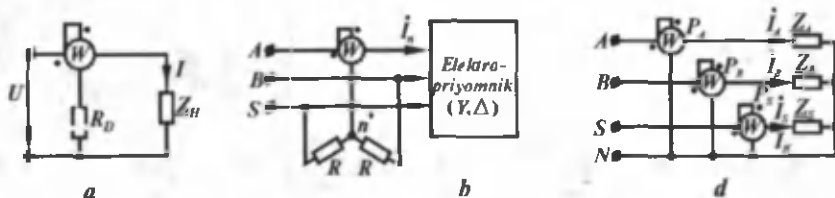
Yuqori kuchlanishga ega bo'lgan zanjirlarda kuchlanish va tokni o'lchashda xavfsizlikni saqlash uchun tok va kuchlanish transformatorlari ishlatiladi (9.9.1-rasm). Voltmetr va ampermetrlar kuchlanish transformatorlari cho'lg'amlariga ulanadi. Zanjirdagi tok kuchini o'lchash uchun tok transformatori zanjirga ketma-ket ulanadi, kuchlanish transformatori esa zanjirga parallel ulanadi.



9.9.1-rasm. Kuchlanish (a) va tok (b) kuchlanish transformatorlarni zanjirga ulash sxemasi.

## 9.10. Quvvat va energiyani o'lchash

Elektr quvvatini elektrodinamik yoki ferrodinamik sistemalari vattmetrlar bilan o'lchanadi. Vattmetrlarda ikkita o'lchash zanjiri bor. Tok zanjiri priyomniklarga ketma-ket, kuchlanish zanjiri esa parallel ulanadi (9.10.1-rasm). Vattmetrni o'lchash mexanizmining aylanish momenti vattmetr zanjirdagi  $I_1$  va  $I_2$  toklarining yig'indisi va ular orasidagi fazalarning surilish kosinus burchagiga proporsional.



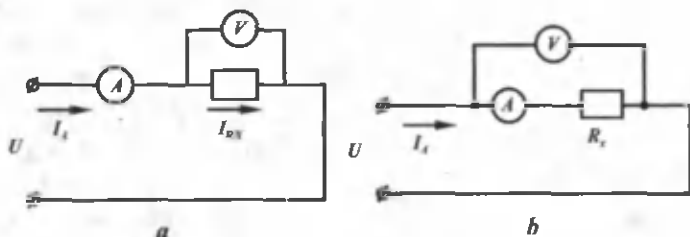
9.10.1-rasm. Vattmetrni bir fazali (a) hamda uch fazali simmetrik (b) va simmetrik bo'lmagan (d) zanjirlarga ulash sxemasi.

## 9.11. Qarshiliklarni o'lchash

Qarshiliklarni o'lchash uchun ampermetr va voltmetrlar zanjirga birga ulanadi. Bundan tashqari, most va kompensatsiyali ommetrlar yo'li bilan qarshiliklarni o'lchash mumkin. Ampermetr-voltmetr metodini qo'llaganda, qarshilik quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

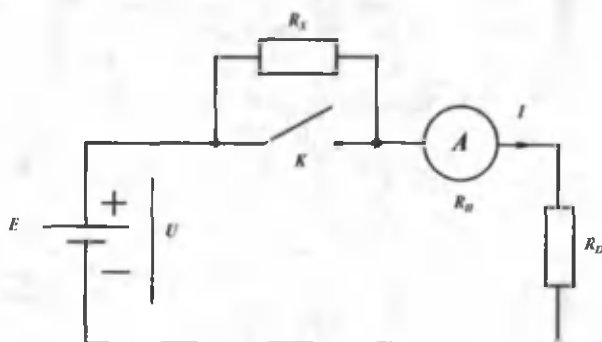
$$R_x = \frac{U_x}{I_A} \text{ Om.}$$

9.11.1-rasmda kichik qarshiliklarni o'lchash uchun qo'llanadigan sxema ko'rsatilgan.



9.11.1-rasm. Ampermetr-voltmetr metodi bilan qarshilikni o'lchash sxemasi.

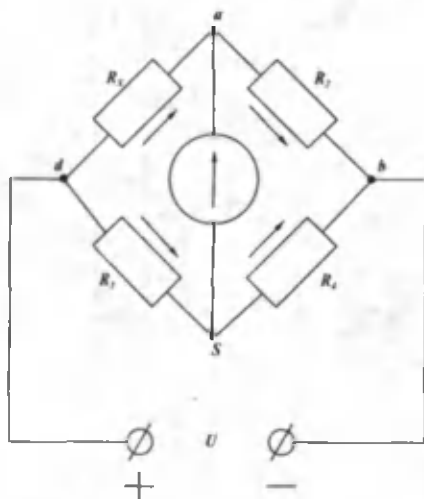
Qarshiliklarni to'g'ridan-to'g'ri o'lchashda strelkali ommetr asboblari ishlatiladi (9.11.2-rasm).



9.11.2-rasm. Ommetr bilan qarshiliklarni o'lchash sxemasi.

Sxemaning bitta diagonaliga  $E_0$  – elektr yurituvchi kuch manbai va boshqasiga esa nul indikatorini ulanadi:

$$R_x \cdot R_2 = R_1 \cdot R_3,$$



9.11.3-rasm. Most tipidagi o'zgarmas tok muvozanatidagi qarshilikni o'lchash sxemasi.

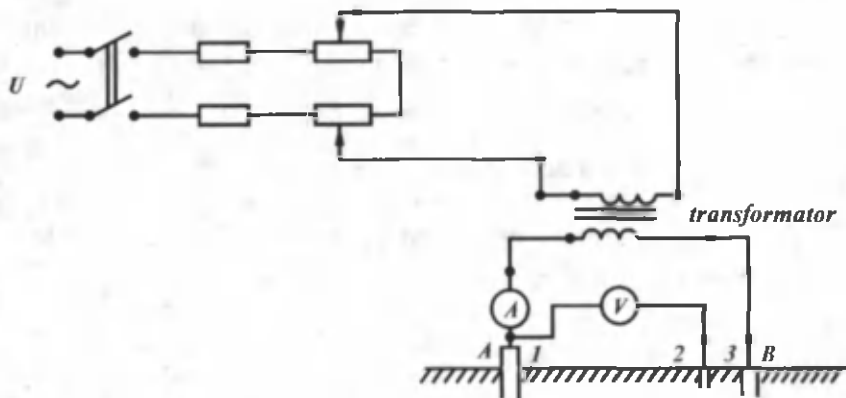
Elektr uskunalarni ishlatganda amalda yerga ulanish qarshiligini o'lchashga to'g'ri keladi.

9.11.4-rasmda yerga ulanish qarshiligini o'lchash sxemasi ko'rsatilgan.

Tekshiriladigan  $A$  va yordamchi  $V$  yerga ulanishlar kuchli transformatorning ikkilamchi o'ramiga ulangan.

$A$  yerga ulanishga va  $ZN$  zondga ulangan tokni ampermetr va kuchlanishni voltmetr bilan o'lchab (zonaning potentsiali nolga teng),  $A$  – yerga ulanish qarshiligini aniqlanadi:





9.11.4- rasm. Ampermetr va voltmetr yordamida yerga ulanish qarshiligini o‘lchash sxemasi.

$$R_s = \frac{U}{I}$$

Voltmetrning qarshiligi zondning qarshiligidan katta bo‘lishi kerak.

### 9.12. Elektrsiz bo‘lgan miqdorlarni o‘lchash

Elektrsiz bo‘lgan miqdorlarni o‘lchash texnikasining sohasi juda keng, chunki jamiyatning hamma sohalarida bu texnika ishlatiladi.

Elektrsiz bo‘lgan miqdorlarni elektr metodlari bilan o‘lchash uchun o‘lchovchi to‘g‘rilagichlar (datchiklar) ishlatiladi. O‘lchov to‘g‘rilagichlar generator va parametrlar bo‘ladi. O‘lchov generatorlari elektr yurituvchi kuch hosil qiladi.

Parametr to‘g‘rilagichlar bir turdagi o‘lchovlarni elektr zanjirida boshqa turdagi o‘lchovlarga aylantiradi (R, L, S).

### 10-bob. ELEKTR APPARATLARI VA AVTOMATIKA

Elektr apparatlar – bu elektrli va elektrsiz bo‘lgan ob‘yektlarni boshqarish uchun elektr tuzilmalar hamda bu ob‘yektlarni noto‘g‘ri rejimlarda ishlaganda himoya qilish avtomatlari hisoblanadi.

Elektr energiyasini ishlab chiqarganda, uzatganda, taqsimlaganda va iste'mol qilganda elektr apparatlar va avtomatlar asosiy vazifani bajaradi.

### **10.1. Yuqori kuchlanish apparatlari**

Yuqori kuchlanish apparatlari 1000 volt va undan yuqori kuchlanishlarga mo'ljallangan.

#### **O'chirgichlar**

Yuqori kuchlanish o'chirgichlar 1000 volt va undan yuqori bo'lgan kuchlanish elektr zanjirlarini ulash va o'chirish hamda avtomat ravishda qisqa tutashgan va nagruzkasi bshib ketganda o'chirish tuzilmalari hisoblanadi. 1000 volt va undan yuqori kuchlanish elektr zanjirlarida qisqa tutashish bo'lganda o'chirgichlar avtomat ravishda ishga tushib, tokni zanjirda uzib qo'yadi, shu tariqa uskunalarning ishdan chiqishi himoya qilinadi.

Yuqori kuchlanish elektr zanjirlarida qisqa tutashish hosil bo'lganda ularda toklarning qiymati o'nlab, yuzlab kilovoltamp erga yetishi mumkin. Shuning uchun ham o'chirgichlar bu toklarni avtomat ravishda o'chirganda, ularning kontaktlarida elektr yoyi hosil bo'ladi, bu esa elektr tokini o'chirish vaqtini cho'zadi, natijada o'chirgichning kontaktlari kuyib ketadi. Shuning uchun yuqori kuchlanish o'chirgichlarida yoyini tez o'chirish kerak. Elektr yoyini o'chirishning turli xil usullari bor, ya'ni ionlarni tez yo'qotish, sovitish, atrofidagi kenglikning elektr chidamliligini oshirish va boshqalar.

O'chirgichlarning konstruksiyasini yasalganda yoyini o'chirish asosiy masala hisoblanadi.

O'chirgichlar yoyli, havoli, avtogazli, elektromagnitli, vakuumli bo'ladi. O'chirgichlar maxsus uzatmalar yordamida masofadan boshqariladi. Kam quvvatli uskunalarni yuqori kuchlanishli katta o'chirgichlar bilan boshqarish foydasiz, chunki ular juda qimmat turadi. Kichkina korxonalarda, har xil idora va o'quv yurtlarida nagruzka o'chirgichlari ishlatiladi. Bular avtogazli

bo'lib, qisqa tutatishli toklarni o'chirishga mo'ljallanmagan. Ularni erib ketadigan predoxranitil (saqlagich)lar bilan birga o'rnatiladi.

### **Ajratgichlar**

Ajratgichlar elektr zanjirda tok bo'lmagan vaqtda zanjirni uzish uchun qo'llaniladi.

Ular bir qutbli, ya'ni bir fazali va uch fazali bo'ladi. Biroq, konstruksiyasi qanday bo'lishidan qat'iy nazar, ularning kontaktlari (pichoqlari) qo'zg'aluvchan bo'lib, izolyatorlarga o'rnatiladi. Ajratgichlar qo'l bilan, elektrodvigatel va pnevmatik uzatma bilan boshqarishga mo'ljallangan.

### **Reaktorlar**

Hozirgi zamon kuchli elektr tarmoqlarida qisqa tutashish bo'lganda, elektrodinamika kuchlar hosil bo'ladi, bunday kuchlarni kamaytirish uchun reaktorlar ulanadi. Reaktor induktiv g'altagi bo'lgan va katta miqdordagi toklarning o'tishiga mo'ljallangan.

### **Zaryadsizlagichlar**

Zaryadsizlagichlar elektr tarmoqlarda katta kuchlanish hosil bo'lsa, ya'ni me'yordan ortib ketsa, izolyatsiyalarga xavf tug'dirmaslik uchun ularni saqlaydi. Ortib ketgan kuchlanish energiyasini ulagich orqali yerga o'tkazib yuboradi.

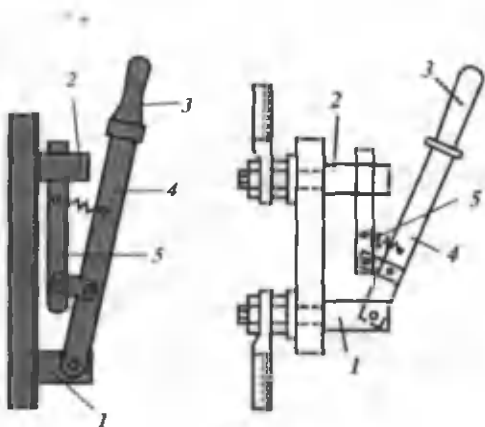
Har xil konstruksiyali zaryadsizlagichlarning ishlash prinsipi quyidagicha: *elektr tarmoqlarda har xil hodisalar bo'lganda, zaryadsizlagichning izolyatsiyasi teshiladi, keyin u qaytadan tiklanadi.*

## **10.2. Past kuchlanish apparatlari va avtomatlari**

600 voltgacha bo'lgan elektr tarmoqlarida ishlatiladigan tuzilmalar past kuchlanishli apparatlar va avtomatlar qatoriga kiradi.

**Rubilniklar.** Sodda qo'l bilan boshqariladigan kommutatsiya apparatlari rubilnik deb ataladi. Rubilniklar bir, ikki va uch polyuslik bo'lishi mumkin. Ularning asosiy elementlari (10.2.1-rasm) kontaktlar, yoy o'chiruvchi va uzatmadan iborat bo'ladi.

Rubilnikning kontakt pichog'i (4) pastki kontaktida (1) sharnir holatda burila oladi. Uni ulaganda prujinali labda (2) qisilib turadi. Rubilniklar markazli yoki yonida bo'lgan qo'l dastasi (3) (izolyator jismdan ishlangan) yoki richagli, uzatmali bo'lishi mumkin. Yoyni uchirish uchun yoy o'chiruvchi kontaktlar (5) va maxsus yoy o'chiruvchi kameralar bo'ladi.



10.2.1-rasm. Rubilnikning tuzilishi.

### Paketli o'chirgichlar.

Paketli o'chirgich tuzilmalar kuchlanishi 380 volt dan oshmagan va toklari esa 100 ampergacha bo'lgan, baravar bir nechta elektr zanjirlarini boshqa zanjirlarga o'tkazish yoki ulash, o'chirish uchun ishlatiladi (10.2.2-rasm). Ular bir nechta bir qutbli o'chirgichlardan (3) tuziladi. Ular bitta o'qga (2) joylashtirilgan birini ustiga biri o'rnatiladi va qo'l dasta bilan boshqariladi (1).



10.2.2-rasm. Paketli o'chirgichning tuzilishi.

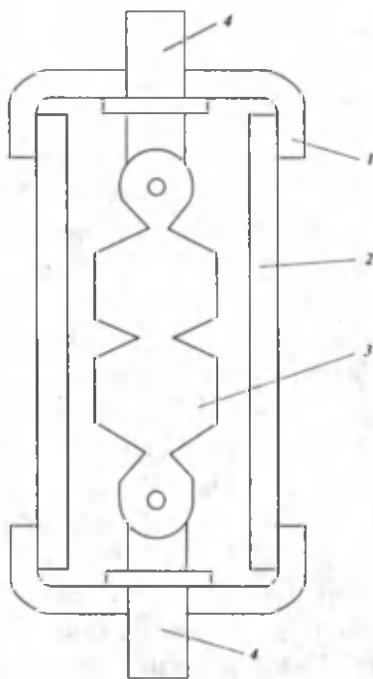
Bir yuzada suriluvchi kontaktlar (5) bilan fibrali yoy o'chiruvchi shayba joylashtiriladi, bu kontaktlar bilan birga aylanadi. Aylantiruvchi mexanizm dastani burganda suriluvchi kontaktlarni bir muayyan holatdan boshqa holatga o'tkazib qo'zg'almas kontaktlar (4) bilan ulaydi, yoki ularni bir-biridan ajratadi.

**Saqlagich (predoxranitel)lar.** Elektr tarmoqlarni qisqa tutashish va iste'molchilarning me'yordan ortib ketishidan himoya qilish uchun saqlagich tuzilmalar ishlatiladi. Saqlagichlarda elektr zanjirni o'chiruvchi bo'lib (plavka vstavka) sim yoki metall plastinka xizmat qiladi. Elektr zanjiridan xavfli katta tok o'tganda saqlagichdagi sim erib ketadi. Zanjirni ulash uchun yangi sim qo'yish kerak bo'ladi. 10.2.3-rasmda bo'linadigan naychali saqlagichning tuzilishi ko'rsatilgan.

Saqlagich karnay (2) fibra bilan buraladigan qopqoqlardan (1), kontaktli pichoqlardan (4) iborat. Karnayning ichida pichoqlarga eruvchi saqlagichlar (3) ulangan. Saqlagich kuyib ketganda, yuqori harorat ta'sirida fibraning ozgina qismi eriydi va korpusning (nayning) ichida bosim 100 atmosferagacha ko'tariladi hamda hosil bo'lgan yoy tez o'chadi.

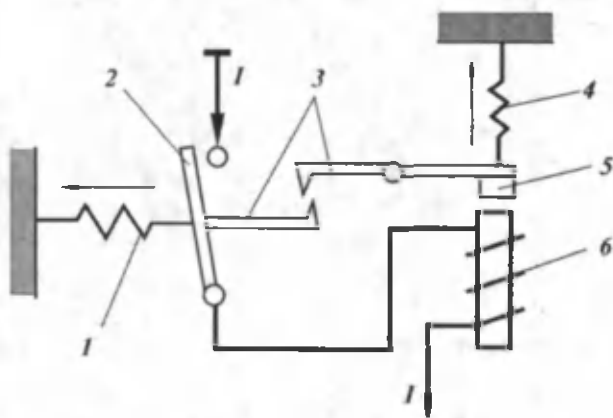
Saqlagichlarning boshqa turlarida saqlagich korpusning ichiga joylashtiriladi, uni kvarts qumi bilan to'ldiriladi, bu yoyning tez o'chishiga imkoniyat yaratadi. Odatda saqlagichning ichiga har xil nominal toklarga mo'ljallangan eruvchi simlar yoki temir plastinalarni qo'yish mumkin.

Zanjir uzilgandan keyin kuyib ketgan saqlagichlar almashtiriladi. Past kuchlanish saqlagichlarini



10.2.3-rasm. Eruvchi saqlagichning tuzilishi.

milliamperdan ming amperlargacha va kuchlanishi 600 voltgacha tayyorlanadi. Havoli avtomat o'chirgichlar (avtomatlar) elektr zanjirlarni, ularda qisqa tutashish yoki ishlash qoidalari buzilganda va har xil xavfli hodisalar bo'lganda avtomat ravishda o'chiradi. 10.2.4-rasmda maksimal tok avtomati tuzilishi sxemasi ko'rsatilgan.

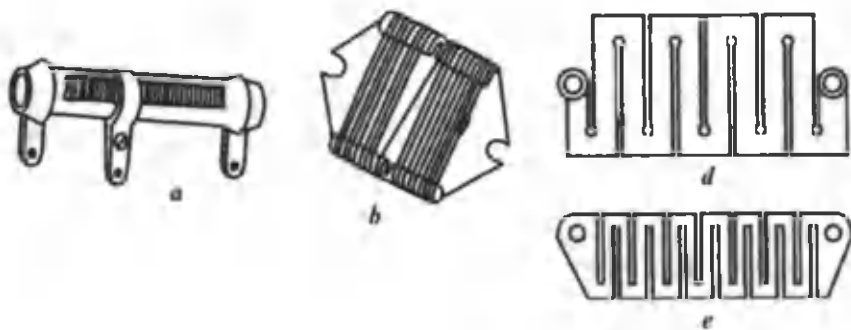


10.2.4-rasm. Maksimal tok avtomati tuzilishi.

Avtomatlarda yoyni o'chirishning samarali sistemalari, ya'ni yoy o'chirish g'altagi va resh'yotkasi (panjarasi) bor. Avtomatlarni masofadan, qo'l bilan ulash va o'chirish mumkin. Avtomatdan o'tayotgan ishchi tok  $I$  miqdori me'yoridan ortib ketsa, elektromagnit (6) yakorni (5) tortib, qarama-qarshilik qilib turgan prujinaning (4) kuchini yengib, ilgakni (3) bo'shatadi. Prujinaning (1) qaytishi natijasida kontakt (2) tez uziladi.

**Rezistorlar.** Rezistor tuzilmalar tok va kuchlanishni to'sish yoki ularni me'yorlashda qo'llaniladi. Rezistorlarni past kuchlanish elektr zanjirlarida elektrozatma va boshqa tokopriyomniklarni ishga tushirish, to'xtatish, me'yorlash hamda boshqa jarayonlarda ishlatiladi. Rezistorlarning tuzilishi 10.2.5-rasmda ko'rsatilgan.

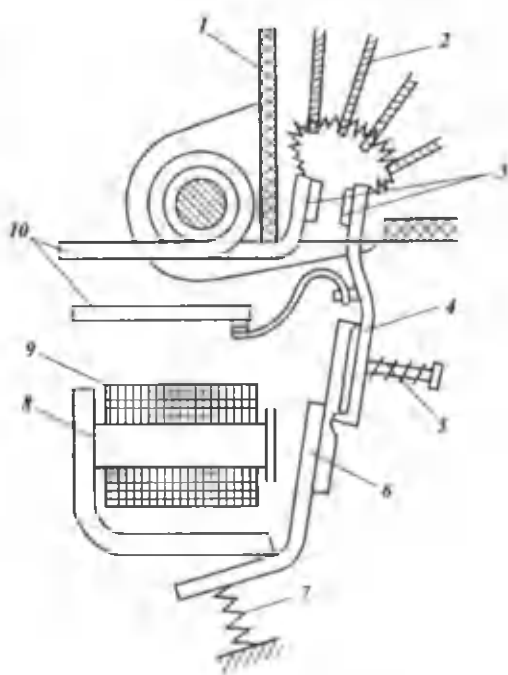
**Elektromagnitli kontaktor.** Elektromagnitli kontaktor tortuvchi g'altak, tortuvchi yakor, bosh kontaktlar sistemalari, yoyni o'chiradigan tuzilmalardan iborat. Ko'pincha blok-kontaktlar bilan



10.2.5-rasm. Suriluvchi kontaktli rezistor (a), rama konstruksiyali (b), quyva cho'yanli (d), elektrotexnika po'latdan shtampa qilingan rezistor (e).

birga ta'minlanadi. Bosh kontaktlar juda katta toklarni (1000 ampergacha) o'chirish va ulash uchun xizmat qiladi. Tortuvchi g'altak kam tok iste'mol qiladi, masofadan bosh-qariladi. Elektromagnitli o'zgarmas tok kontaktorining tuzilishi 10.2.6-rasmda ko'rsatilgan.

O'ram (9) uyg'otish toki paydo bo'lganda, bosh kontaktlar (3) prujina (7) ta'sirida ulanadi. Konstruksiyada yoy o'chiruvchi kamera (1) mis plastinkadan (2) yasalgan resh'yotka yoyning issiqligini yaxshi o'tkazishi uchun ishlatiladi. (4) ulanuvchi kontaktlar; (5) me'yorlovchi vint; (6) prujinani kontaktga bir-lashtiruvchi plastinka;



10.2.6-rasm. Elektromagnitli o'zgarmas tok kontaktorining tuzilishi.

(8) temir o'zak. O'ninchi raqamli sim tok o'tkazgichni uning uchlariga ulash uchun kerak.

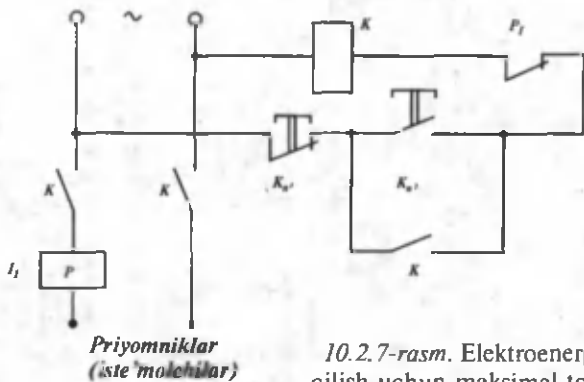
Elektromagnitli o'zgaruvchan tok kontaktorlari magnet puskatellarda, uch qutbli kompleks tuzilmalarda, issiqlik relelarida, masofadan boshqarishda va asinxron elektr dvigatellarni katta toklardan saqlashda ishlatiladi.

**Rele.** Rele iste'molchini katta elektr toklaridan saqlash uchun ishlatiladi. Relega mexanik, issiqlik, elektr va boshqa miqdorlar ta'sir etishi mumkin.

Amalda ishlatish uchun elektromagnitli, magnitoelektrli, elektrodinamikali, induksiyali relelar keng tarqalgan.

Maksimal tok relesining ishlash prinsipi quyidagicha (10.2.7-rasm). Kuchli kontakt  $K$  priyomnikni elektr zanjiriga ulaydi. Uning g'altagi ham  $K_{n2}$  knopka ulanganda ulanadi. Blokirovat qiladigan  $K$  kontakt  $K_{n2}$  knopkani blokirovat qiladi, bu esa knopkani qisqa holatda bosib turilganda, uni qo'yib yuborishga imkoniyat beradi.

$K_n$  knopkani bosganda priyomnik o'chadi, ya'ni elektr zanjiridan uziladi, shuning bilan birga,  $K$  g'altakning zanjiri ham uziladi. Maksimal tok  $I_1$  relesining g'altagi nazorat qilib turiladigan zanjir bilan ketma-ket ulangan bo'lib, zanjirda tok me'yordan oshib ketsa ishlaydi. Bu holatda boshqarishdan zanjirdagi  $P_1$  kontakt uziladi va  $K$  kontaktorning g'altagi, kuchli va boshqarish zanjirlaridan ajraladi. Tok uzatish butunlay to'xtaydi. Uni ulash uchun yana  $K_n$  knopkani bosish kerak bo'ladi.



10.2.7-rasm. Elektroenergiya priyomnigini himoya qilish uchun maksimal tok rele sxemasini ulanishi.



## **11-bob. ELEKTROENERGIYANI ISHLAB CHIQRISH, UZATISH VA TAQSIMLASH**

### **11.1. Elektroenergiyani ishlab chiqarish**

Elektroenergiya ishlab chiqaradigan qurilmalarni elektrostansiyalar deyiladi. Elektroenergiya ishlab chiqarish uchun qandaydir birlamchi energiyani sarf qilish kerak.

Issiqlik elektrostansiyalarida neft mahsulotlari, gaz, ko'mir va boshqa turdagi yoqilg'ilar ishlatiladi.

Gidroelektrostansiyalar daryolarda qurilib, suvning bosimi bilan ishlaydi. Shamol bilan ishlaydigan elektrostansiyala ko'proq Xitoy va Germaniyada qurilgan.

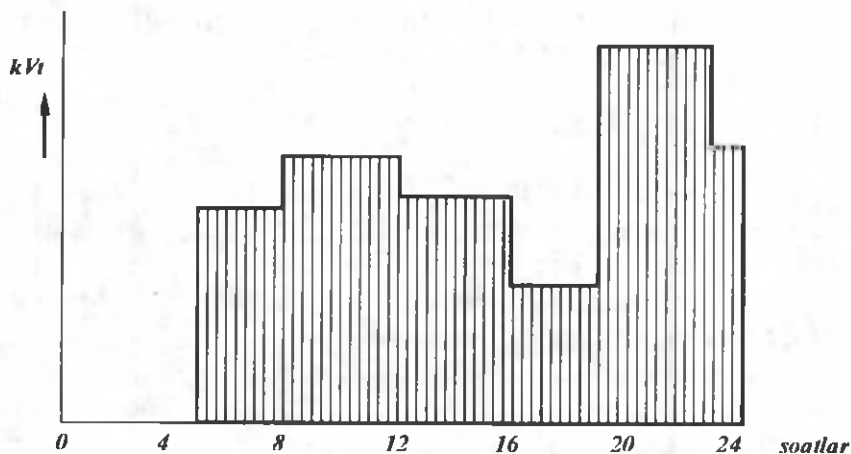
Hozirgi davrda quyoshning energiyasini to'g'ridan-to'g'ri elektroenergiyaga aylantiriladi. Elektroenergiya ishlab chiqarish uchun Yer yuzida ishlatiladigan xom ashyo kamligi uchun atom elektrostansiyalari qurilgan va qurilmoqda. O'zbekistonda elektrostansiyalarning quvvati 12 mln. kilovatt dan ortib ketdi. 1 million kilovatt dan oshiq gidroelektrostansiyalar ishlab turibdi. Sirdaryo GRESning quvvati 3 mln. kVt, Chorvoq GESning quvvati 600 ming kVt va Toshkent GRESining quvvati 1,9 mln. kVt.

Uzoq joylarda elektroenergiya ishlab chiqarish uchun olib yuriladigan, suyuq yoqilg'ida ishlaydigan elektrostansiyalar ham ishlab chiqariladi.

### **11.2. Elektrostansiyalarning yuklanish (nagruzka) grafigi**

Elektrostansiyalarni ishlatilganda bir sutkali, oylik va yillik yuklanish grafiklari tuziladi.

Elektrostansiyaning sutkali yuklanish grafigini tuzilganda, gorizontaal chiziq bo'yicha soatlar, vertikal chiziq bo'yicha esa o'rtaal yuklanish siniq chiziqlar bilan belgilanadi. Unda bir kechakunduzda iste'molchilar sarf qilgan elektroenergiya aniqlanadi. Bundan tashqari, grafikda har bir soatda yuklanish o'zgarib turishini aniqlanadi. 11.2.1-rasmda elektrostansiyaning bir sutkada yuklanish o'zgarishi ko'rsatilgan.



11.2.1-rasm. Sutkali yuklanish grafigi.

Har bir oy va yil uchun 11.2.1-rasmga o'xshash grafiklar tuziladi. Grafiklarga qarab elektroenergiya ishlab chiqarish uchun xom ashyo yetkazib berish, suvni tejash va elektrostansiyalarni ta'mirlash dasturlari ishlab chiqiladi.

### 11.3. Elektrostansiyalarning quvvatini tanlash

Gidroelektrostansiyalarni tanlashda O'zbekistonda qishloq xo'jaligi va aholini suv bilan ta'minlash hisobga olinadi. Shuning uchun to'g'onlar qurilganda suvni tejash masalalari va suv ostida qolib ketadigan yerlar hamda inshootlar hisobga olinadi.

Issiqlik elektrostansiyalarning quvvatini tanlashda 15—20 yillar mobaynida iste'molchilarning ko'payib borishi, quvvatning maksimal ravishda ishlatilishi va elektroenergiyani masofadagi iste'molchilarga yetkazib berishi uchun 10—15 % yo'lda yo'qolib ketadigan quvvat hisobga olinadi.

Hamma iste'molchilarning belgilangan umumiy quvvati tokopriyomniklarning o'rnatilgan quvvati deb ataladi.

Elektrostansiyaning bir yilda ishlab chiqargan elektroenergiyasini kilovatt-soatlarda uning (generatorlarning) quvvatiga kilovatlarda nisbati elektrostansiyaning yil mobaynida quvvatidan

foydalanilgan soatlari hisoblanadi. Elektrostansiyalarning quvvatidan bir yilda 6000—7000 soat foydalaniladi. Qolgan vaqtda uskunalar ta'mir qilinadi. Agarda elektrostansiya yaxshi ishlab tursa, yozda ta'mirlanadi, chunki iste'molchilar bu vaqtda kam elektroenergiya oladi.

#### **11.4. Elektroenergiyani uzatish**

Zamonaviy elektrostansiyalarni suv manbalari, ko'mir va gaz zaxiralari bor joylarda quriladi, chunki bu zaxiralarni iste'molchilar bor yerga olib borishdan elektroenergiyani masofaga uzatish arzon va qulaydir.

Elektroenergiyani uzoq masofadagi iste'molchilarga uzatib beradigan qurilmalarni elektroenergiya uzatish liniyalari deb ataladi. Masalan, Sirdaryo GRESidan Farg'ona vodiysi, Surxondaryo va Qashqadaryo viloyatlariga hamda Toshkentga elektroenergiyani 500 ming voltli elektroenergiya uzatish liniyalari orqali uzatiladi.

110 kilovoltli liniyalar elektroenergiyani iste'molchilarga taqsimlab berishi uchun ishlatiladi. Uning uchun 110/35 kV transformator podstansiyalari quriladi. Bu transformatorli podstansiyalarda 110 kilovoltli kuchlanishni 35 kilovoltli kuchlanishga aylantirib beriladi.

Transformatorlar iste'molchilar yashash joyiga o'rnatilib, undagi 35 kilovoltli kuchlanish 6—10 kilovoltli yoki 0,4 kilovoltli kuchlanishga aylantirib beriladi.

110 kilovoltli kuchlanishga ega bo'lgan liniyalar qishloq joylaridan o'tgan bo'lsa, bu kuchlanishni 0,4 kilovoltli kuchlanishga aylantirib beradigan transformator butkalari o'rnatiladi. 110 ming voltli kuchlanishni 6—10 yoki 0,4 kilovoltga aylantirib beradigan transformator punktlarini ushbu qo'llanma muallifi yaratgan. Hozirda bunday transformatorlar respublikamizning turli viloyatlarida ishlatilib kelinmoqda. Toshkent metrosini elektroenergiya bilan ta'minlashda 110 kilovoltli kabel liniyalari qo'llangan. Kabellarning har birining ichida katta bosimda transformator moyi ushlab turiladi. Bunday qurilma 1984-yildan beri ishlaydi. Agarda, bunday liniya Toshkent shahrida qo'l-

lanilmaganda, uylarni buzib, yerning ustidan 110 ming voltga ega bo'lgan elektr uzatish liniyalarini qurish kerak bo'lar edi.

### 11.5. Elektroenergiyani taqsimlash

Elektroenergiyani ishlab chiqarish, uni masofalarga uzatish, va iste'molchilarga taqsimlash hamda tokopriyomniklarni ishlatishda elektroenergiyani taqsimlash asosiy muammo hisoblanadi. 11.5.1-rasmda iste'molchilarni elektroenergiya bilan ta'minlash sxemasi ko'rsatilgan. PS — podstantsiya, K — ochiq elektr liniyasi yoki kabel liniyasi.

Transformatorning elektroenergiya uzatish liniyalari va taqsimlash tarmoqlari uchun yuqori kuchlanishli kommutatsiya apparatlari ishlatiladi.

Liniyalar va tarmoqlarni ulash, o'chirish hamda qisqa tutatishdan saqlash uchun yuqori kuchlanishga mo'ljallangan viklyuchatellar qo'llanadi.

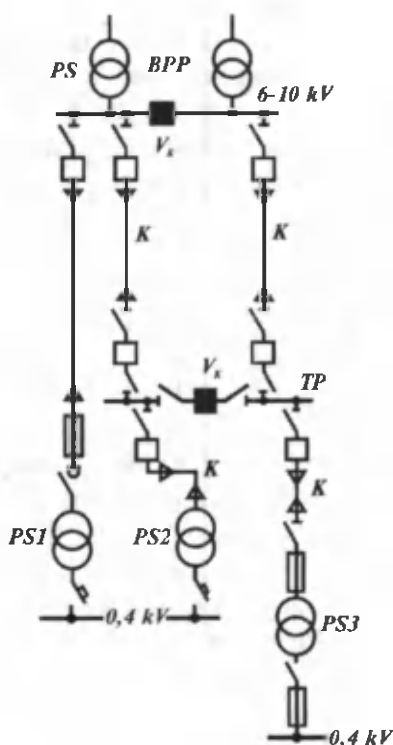
Elektr tarmoq liniyalaridan o'tadigan quvvatni hisoblash, simlarning qalinligini aniqlash uchun iste'molchilarning quvvatini bilish kerak.

Masalan, elektrodvigatelning hisoblash (raschyotniy) quvvatini quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P_p = \frac{P_{nom}}{\eta_{dv}},$$

bu yerda:  $\eta$  — dvigatelning foydali ish koeffitsiyenti.

O'zgaruvchan elektr toki,



11.5.1-rasm. Iste'molchilarni elektroenergiya bilan ta'minlash sxemasi.

dvigatelning reaktiv hisoblash quvvati  $Q$  va to'liq quvvati  $S_p$  ni quyidagicha topiladi:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi; \quad S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \frac{P_p}{\cos\varphi},$$

bu yerda:  $\cos\varphi$  – elektrodvigatel quvvat koeffitsiyentining nominal miqdori.

Iste'molchilarning talab koeffitsiyenti:

$$K_c = \frac{P_{\max}}{P_{\text{nom}}},$$

$$P_{\max} = P_p = K_c \cdot P_{\text{nom}},$$

bu yerda:  $P_{\text{nom}}$  – dvigatelning nominal quvvatlari yig'indisi.

Yoritish lampalarning quvvatlarini hisoblanganda, bir kvadrat metr joy hisobga olinadi. Bu ko'rsatkich qo'llanmalarda keltirilgan.

## 11.6. Simlarning ko'ndalang kesimini tanlash

Elektroenergiya iste'molchilarni elektr bilan ta'minlashda o'tkazgich materiallar sifatida alyumin va misdan yasalgan simlar ishlatiladi.

Elektroenergiya iste'molchilarning quvvatlari hisoblanganda, simlarning ko'ndalang kesimi hisobga olinadi. Sanoat korxonalarida ko'ndalang kesimi 0,5 ; 0,75; 1,0; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50 mm<sup>2</sup> bo'lgan simlar ishlab chiqariladi.

Tanlangan simlar mexanikaviy chidamli, uzoq vaqt xizmat qilishi, kuchlanishning yo'qolishi juda kam bo'lishi hisobga olinadi. Simlarda kuchlanish yo'qolishi quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta U = I_p \cdot R \cos\varphi,$$

bu yerda:  $I_p \leq I_{\text{dop}}$ .

Simdan o'tadigan  $I_p$  tok simlardan o'tkazish mumkin bo'lgan  $I_{\text{dop}}$  dan kam yoki teng bo'lishi kerak.

Ikki simli tarmoqlarda qarshilik:

$$R = \frac{2L}{\gamma \cdot q \cdot U_t} \text{ bo'ladi.}$$

bu yerda:  $L$  – liniyaning uzunligi, m;  $q$  – simning ko'ndalang qismidagi yuza,  $\text{mm}^2$ ;  $\gamma$  – solishtirma o'tkazuvchanlik,  $\frac{\text{m}}{\text{Om} \cdot \text{mm}^2}$ .  
Alyuminlar uchun  $\gamma = 33$ , mis simlar uchun  $\gamma = 54$ .

$$\Delta U = \frac{2P_p \cdot L}{\gamma \cdot q \cdot U_t}$$

Bir fazali tokpriyomniklarni elektr bilan ta'minlanganda elektr tarmoqlarining oxirida kuchlanish yo'qolishi 5%dan ortiq bo'lishi mumkin emas.

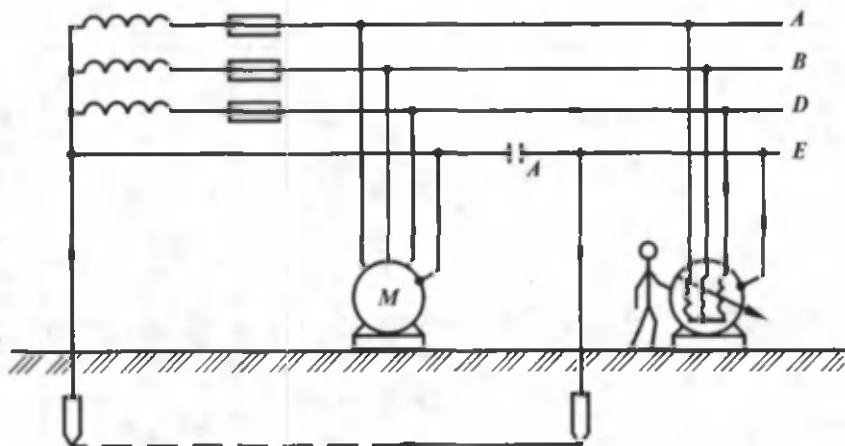
### 12-bob. TEXNIKA XAVFSIZLIGI

Elektr uskunalari, apparatlari va mexanizmlari bilan ishlaganda juda ehtiyot bo'lish kerak. Biror falokat sodir bo'lmasligi uchun texnika xavfsizligi qoidalariga qat'iy rioya qilish lozim.

Elektr toki inson tanasidan o'tganda, unda titrash hosil qiladi va uni kuydirib yuboradi, chunki elektr tokining bir sekunddagi tebranishi 50 Gersga, insonning yuragi tebranishi esa bir sekundda 1,16 Gersga teng. U tokni ushlaganda unga yana 50 Gers qo'shiladi, ya'ni 51,16 Gersga aylanadi. Bunda tebranish inson tanasini sekundlar ichida ishdan chiqaradi. Inson uchun 0,02 amper xavfli. 0,1 amper tok esa o'limga olib keladi.

Inson tanasining qarshiligi ishlagan vaqtda 600 dan 100000 omgacha o'zgarishi mumkin. Kishi elektr tokidan saqlanish uchun uni himoya qiladigan yerga ulagichlardan, shuningdek, tok o'tkazmaydigan qo'lqoplar, oyoq ostiga rezina gilamlar va elektr uskunalarini bekitib turadigan qurilmalardan foydalanish kerak. 12.1-rasmda qurilmalarning nol simlarini va ularning korpuslarini yerga ulash usuli ko'rsatilgan.

Elektr uskunalari, apparatlari va mexanizmlarining temir



12.1-rasm. Elektrodvigatellarning nol qismini yerga ulash usuli.

qopqoqlarini yerga ulash majburiy hisoblanadi. Bu qoidani buzganlar O‘zbekiston Respublikasining tegishli qonunlari oldida javobgar hisoblanadilar. 1000 volt dan yuqori kuchlanish elektr tarmoqlarida zezemleniyani himoya qilinadi, pastki kuchlanish elektr tarmoqlar 380/220 voltda nolni himoya qilinadi.

Elektr tokidan jabrlanganga birinchi tez yordamni o‘sha yerning o‘zida ko‘rsatish kerak. Jabrlanganga o‘z vaqtida to‘g‘ri yordam berish katta ahamiyatga ega. Birinchidan, elektr tokini tez o‘chirish kerak, buning uchun dastalari izolyatsiyalangan asbob bilan kuchlanish bor simni uziladi.

Agarda, jabrlanganda hayot belgilari bo‘lsa yoki u nafas olayotgan bo‘lsa, sun‘iy nafas oldirishni boshlash kerak. Shuning bilan birga, tez yordamni chaqirish lozim.

**1-bob. ELEKTROVAKUUM VA GAZORAZRYAD ASBOBLAR**

**1.1. Elektrovakuum lampalarning tuzilishi va ishlash tartibi, diod, uning volt-amper tavsifi, parametrlari, ishlatiladigan sohasi**

Elektrovakuum asboblarning ishi zaryadlar tashuvchilari — elektronlarning vakuumda harakatlanishiga asoslangan.

Birinchi elektrovakuum (elektron) lampalar (ko'pincha ular radiolampalar deyiladi) 1873-yilda rus olimi A.N.Lodigin tomonidan ixtiro qilingan. Ular tiniq shisha ballon shaklida bo'lib, kanal ipi tiniq yongan.

Radiotexnikani rivojlantirishda elektrovakuum lampalari juda katta rol o'ynadi va tez orada ishlab chiqarishning hamma sohalarida muvaffaqiyatli qo'llanila boshlandi.

Elektrovakuum lampalarining tuzilishini va ishlash tartibini ko'rib chiqamiz. Har qanday elektrovakuum lampa po'lat, shisha yoki keramika ballonli bo'lib, ichidagi metall tirgovichlarda uning detallari elektrodlar mahkamlangan. Ballon ichidan havo so'rib olingan. Havo ballonning pastki yoki ustki qismidagi bo'rtib chiqqan joy orqali kuchli tortib olinadi. Ballonning ichidagi havoni kuchli tortib olish tufayli hosil bo'lgan vakuum elektrovakuum lampalari ishlashining asosiy sharti hisoblanadi.

Elektrovakuum asboblari elektronlarning harakatlanishiga asoslangan. Lampa ichida 500—2400°C haroratni yuzaga keltirib elektronlarning yetkazib beruvchi «katod» deb nomlangan manfiy elektrod bor. Katod volframdan tayyorlangan, qalinligi odam sohidek bo'lib, u elektr lampochkaning cho'g'lanuvchi ipiga o'xshagan yoki metall silindr shaklida bo'ladi. Katod rolini



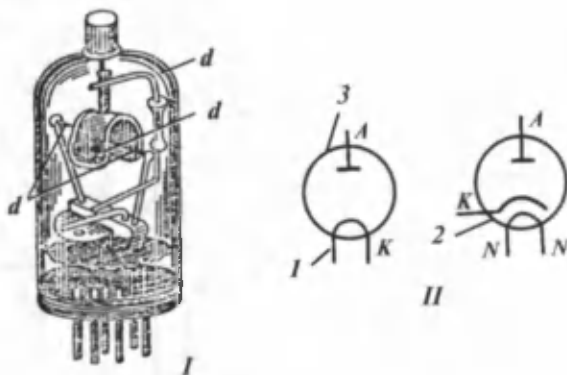
o'ynovchi volframli ip cho'g'lanuvchi ip deb ham yuritiladi. Shunday qilib, elektrovakuum lampalarida qizitilgan elektronlar katod metalida yuqori tezlikda harakatlanadi. Bunda elektronlarning ba'zi birlari katodni tark etib, uning atrofida elektron «bulut» hosil qiladi. Bu termoelektron emissiya hodisasi deb ataladi. Katod qancha ko'p qizigan bo'lsa, shuncha ko'p elektron chiqaradi, natijada elektron «bulut» qalin bo'ladi. Ushbu emissiya bajarilmaganda elektrovakuum asboblari ishlamaydi.

Endi diod qanday ishlashini ko'rib chiqamiz.

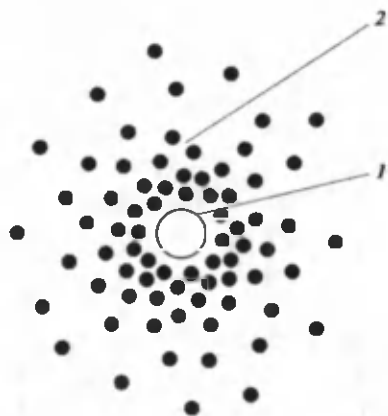
Eng oddiy radiolampa — bu dioddir. Boshqacha aytganda, ikki elektrodli lampa hisoblanadi. Diod ikki elektrod — termokatod va anoddan iborat bo'lib, ular shisha, metall yoki keramik ballonda joylashgan. Elektron lampali ballonda  $10^{-5}+10^{-6}$  mn/sm<sup>2</sup> atrofida vakkum hosil qilinadi. Termokatod bo'sh elektronlarni chiqaradi, anod ularni yig'adi.

Elektrovakuum texnikasida diod deb, kichik quvvatli ikki elektrodli lampalarga aytiladi, ular yuqori chastotali signallarni aylantirib yoki o'zgartirib beradi. Diodning tuzilishi 1.1.1-rasmida ko'rsatilgan.

Diodda katod rolini cho'g'lanuvchi ip bajaradi (1), shisha ballonning yuqori qismida joylashgan (2), metalli anod (3), tashqariga chiqib turuvchi shapkacha shaklidagi qismga ega. Ikki



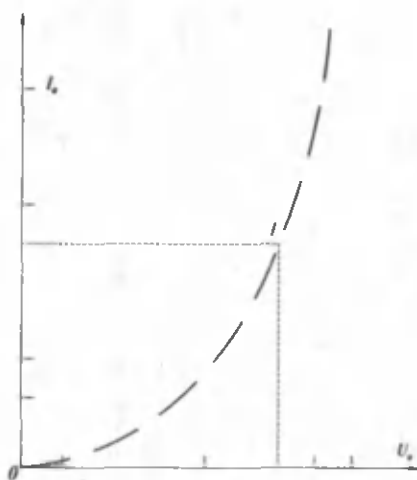
1.1.1-rasm. Ikki elektrodli lampaning tuzilishi (I) va shartli belgilanishi (II).



1.1.2-rasm. Fazoviy zaryad (2) termokatod (1) oldida.

U mikroamperlarda o'lchanib, boshlang'ich anod toki  $I_0$  deyiladi. Bu tokning hajmi asosan katod va anodning o'rtasidagi masofaga, uning yuziga va katodning emissiya qobiliyatiga bog'liq bo'ladi.

Anod zanjiri tokining anod kuchlanishiga bog'liqligi 1.1.3-rasmda tasvirlangan. Bu diodning volt-ampere tavsifi deyiladi.



1.1.3-rasm. Anod tokining anod kuchlanishiga bog'liqligi.

elektrodli lampaning asosiy xususiyati uning ventil harakati, ya'ni bir tomonlama o'tkazish xususiyati sanaladi.

Ikki elektrodli lampaning anodida kuchlanish bo'lmaganda, katod orqali nurlanayotgan erkin elektronlar bo'shliqda katod yonida bo'shliq zaryadini hosil qiladi (1.1.2-rasm).

Ba'zi bir elektronlar fazoviy zaryad atrofida katodga qaytadi, boshqalari diffuziya hisobiga anod sathiga yetib boradi, bunda kichik hajmdagi anod toki hosil bo'ladi.

Koordinataning gorizontal o'qida voltlarda  $U_a$  anod kuchlanishi, vertikal o'qida — milliamperlarda  $I_a$  anod tokining qiymati qo'yilgan.

Diodning bunday tavsifini quyidagi sxemada ko'rish mumkin (1.1.4-rasm). Lampaning anodiga kuchlanish potentsiometr R orqali anod batareyasidan Ba uzatiladi va voltmeter V orqali o'lchanadi. Anod zanjiriga ulangan milliampermetr mA orqali diodning shu zanjirida paydo bo'ladigan toki o'lchanadi.

Potensiometrning u yoki bu yoqqa siljitib turuvchi eng chekka pastdagi holati 0 nuqtasiga to'g'ri keladi, unda anoddagi kuchlanish 0 ga teng. Anod toki ham bu paytda 0 ga teng bo'ladi. Anoddagi musbat kuchlanish ushlagichning yuqoriga ko'tarilishiga qarab ohista ko'tarila boradi. Shu bilan birga, anoddagi tok ham ortib boradi. Avval  $U_a$  gorizontal o'qqa nisbatan uncha katta bo'lmagan burchak ostida harakatlanadi, keyin tikka ko'tariladi.

Volt-ampere tavsifidan foydalanib, anoddagi har qanday kuchlanishda anod tokini aniqlash mumkin.

$I_a$  fazoviy zaryad qoidasida anod tokining kattaligi ikkidan uch darajasi qonuni orqali aniqlanadi:

$$I_a = A \cdot U_a^{3/2},$$

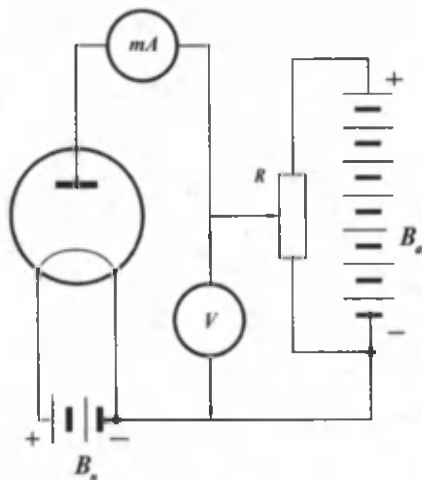
bu yerda:  $A$  — elektrodning kattaligi va o'zaro joylashishi, shakliga bog'liq bo'lgan o'zgarmas koeffitsiyentidir;  $U_a$  — anod kuchlanishi.

Ikkidan uch qonuni yaqinlashgan hisoblanadi, chunki u elektronlarning boshlang'ich tezligi ta'sirini, cho'g'lanuvchidagi tokni hosil qiluvchi magnit maydonini, katod uzunligidagi haroratning bir xil bo'lmaganligini, elektrostatik emissiya va boshqalarni hisobga olmaydi.

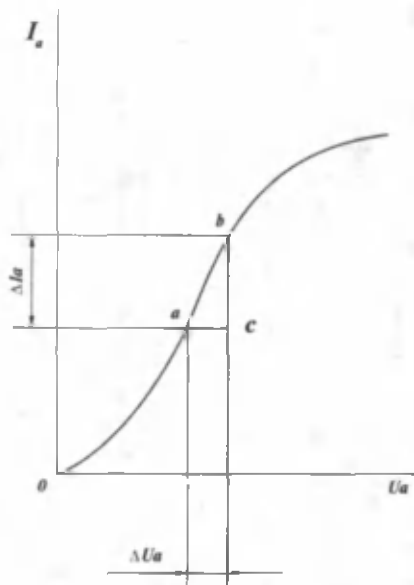
Endi ikki elektrodli lampalar (diod)larning parametrlari bilan tanishib chiqamiz.

Parametrlar deb, lampaning asosiy xususiyatlarini xarakterlab beradigan kattaliklarga aytiladi. Parametrlarning sonli kattaliklari u yoki bu lampaning ishlatiladigan sohasini aniqlab beradi.

Ikki elektrodli lampaning asosiy parametrlari  $S$  tavsifining va diodning ichki qarshiligining o'zgaruvchan tokga  $R_i$  (differensial



1.1.4-rasm. Diodni tavsiflovchi sxema.



1.1.5-rasm. Statik anod tavsifi orqali diodning parametrlarini aniqlash.

qarshilik) tikligi hisoblanadi. Asosiy parametrlarni uchburchak  $abc$  orqali aniqlanadi (1.1.5-rasm), bizni qiziqtirgan uchastkasida  $u$  ko'pincha to'g'ri liniyaligi bo'ladi.

Tavsifning tikligi

$S = \Delta I_a / \Delta U_a = bc/ac$  ( $ma/v$ ) ko'rinishida bo'ladi.

Anod toki milliampperlarda o'lchanadi, anod kuchlanishi esa voltlarda, shuning uchun tavsifning tikligi milliampperlarning voltga nisbatida aniqlanadi.

Diodning ichki qarshiligining o'zgaruvchan tokga  $R_i$  (differensial qarshiligi):

$R_i = \Delta U / \Delta I_a = ac/bc$  (kOm) orqali bog'langan.

Diodning qarshiligi o'zgarimas tokga  $R_n = U_a / I_a$  orqali bog'langan, u  $R_i$  dan ko'p yoki kam bo'lishi mumkin.

Cho'g'lanuvchi kuchlanishi  $U_{cho'g'}$  pasport miqdori hisoblanadi, unga lampadan foydalanish paytida rioya qilish kerak. Lampa yaxshi cho'g'langanida katod harorati kamayadi, shuning bilan birga, emissiya toki ham. Cho'g'lanuvchi kuchlanishining  $U_{cho'g'}$  ko'tarilishida katodning ishlash muddati kamayadi, shuning uchun cho'g'lanuvchining kuchlanishini nominaldan  $\pm 10\%$  ga ko'p o'zgarishiga yo'l qo'yilmaydi. Cho'g'lanuvchining kuchlanishi har xil elektron lampalarda 0,625 dan 30 V gacha oraliqda bo'ladi. Sanoat chastotali tok orqali cho'g'lanuvchi ko'pgina lampalarda cho'g'lanuvchi kuchlanishi 6,3 V qilib belgilangan. Cho'g'lanuvchi toki katod quvvatiga bog'liq va ko'pgina ikki elektronli lampalar uchun 0,02 dan 5 a gacha bo'ladi.

Diodning teskari yo‘l qo‘yilishi mumkin bo‘lgan kuchlanishi  $U_{tes.maks.}$  deb, anoddagi maksimal manfiy kuchlanishda diod bir tomonlama o‘tkazish xususiyatini yo‘qotmasdan bardosh bera olishiga aytiladi.

Anoddan chiqadigan  $P_a = U_a \cdot I_a$  quvvat uni qizishiga olib keladi. Anodning haroratini oshishi uni erkin elektronlar bilan bombardirovka qilinishi, asosan anodga o‘zining kinetik energiyasini berishi sababli bo‘ladi. Anoddan chiqayotgan issiqlik nur sochish orqali tarqaladi. Agarda anoddan chiqayotgan quvvat belgilangan me‘yordan ortiq bo‘lsa, u lampaning buzilishiga olib keladi.

Ikki elektrodli lampa (diod) priyomniklarda, to‘g‘rilagichlarda va boshqa sohalarda ham ishlatiladi.

## 1.2. Uch elektrodli lampa (trioid)lar boshqaruv turining roli, tavsifi va parametrlari va ishlatilishi

Trioid deb shunday elektron lampaga aytiladiki, unda anod bilan katod orasidagi fazoda boshqaruvchi elektrod joylashgan bo‘ladi, u boshqaruvchi setka deyiladi.

Setka anodga qaraganda, katodga ancha yaqin joylashadi, shuning uchun katod bilan boshqaruvchi setka orasida qo‘yilgan  $U_s$  kuchlanishni tashkil qiladigan elektr maydoni, anod kuchlanishi  $U_a$  tashkil bo‘ladigan elektr maydoniga qaraganda anod toki  $I_a$  qiymatiga kuchliroq ta‘sir qiladi.

Anod toki miqdorining o‘zgarishini boshqaradigan setkaning xususiyati, trioidlarni elektron rele, lampali kuchaytirgich, generator sxemalarida hamda sanoat elektronikasi sxemalarida ishlatilishiga imkon yaratib beradi.

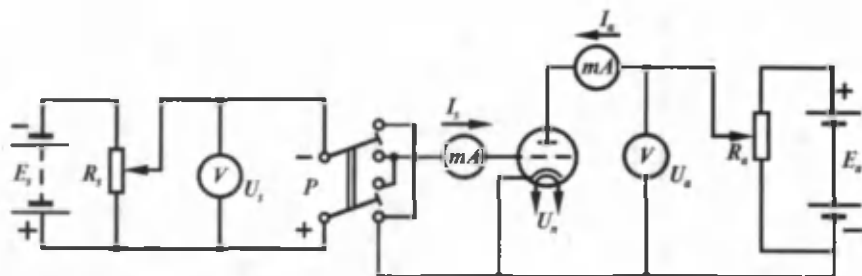
Trioidning sxemasi quyidagi rasmda ko‘rsatilgan:

Trioidning tavsifi deb, anod yoki setka tokining setkadagi kuchlanishi bilan bog‘liqligini grafik ko‘rinishiga aytiladi. Tavsifini quyidagi rasmdagi sxemada keltirilgan:



1.2.1-rasm. Trioidning shartli belgilanishi:

1—setka; 2—anod;  
3—katod; 4—cho‘g‘-  
lanuvchining ipi.



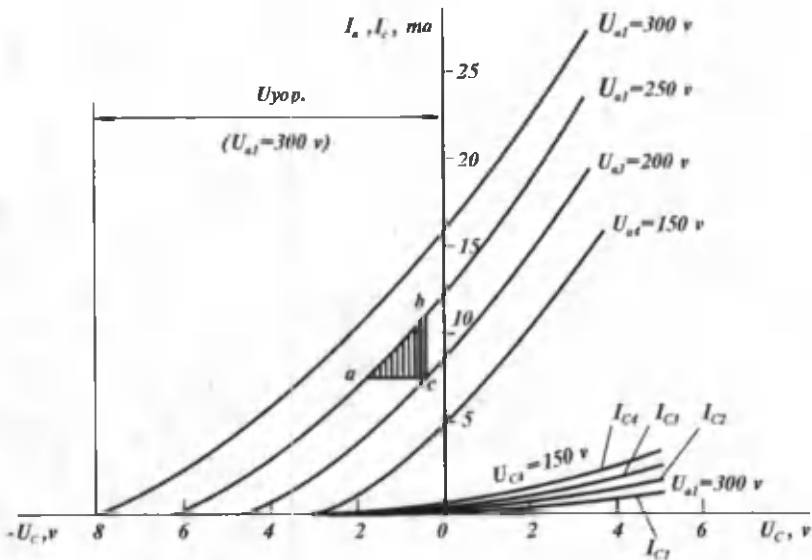
1.2.2-rasm. Triodning tavsifi sxemasi.

Potensiometr  $R_a$  yordamida anod kuchlanishini 0 dan  $E_s$  gacha ohista o'zgartiriladi.  $R_c$  potensiometr boshqaruvchi setkadagi kuchlanishni 0 dan  $+E_s$  atrofida gacha yoki 0 dan  $-E_c$  gacha,  $P$  kalit – setkadagi kuchlanishni qutbini o'zgartirishga imkon beradi.

Prinsipga asoslangan sxemalarda, sxemani yordamchi zanjirlar bilan qalashtirmaslik maqsadida, cho'g'lanuvchi lampaning zanjiri ko'rsatilmaydi. Cho'g'lanuvchining ipidagi strelka cho'g'lanuvchi kuchlanish  $U_{cho'g'}$  manbaiga ulanganligini bildiradi. Milliampmetr  $mA$  – anod tokining  $I_a$  miqdorini o'lchaydi, mikroampmetr  $\mu A$  esa – setkadagi tokning  $I_c$  miqdorini, u setkadagi manfiy kuchlanish  $-1$  v atrofida 0 ga teng bo'ladi.

Triodning statik anod – setkali triod tavsifi oilasi deb, anod kuchlanishini  $U_a$  belgilangan miqdorlarida, anod tokining  $I_a$  setkadagi kuchlanishdan  $U_c$  bog'liqligini grafik ko'rinishdagi sifatida aytiladi.  $I_a = f(U_c)$  bog'liqlik anod kuchlanishining  $U_a$  bir nechta o'zgarish miqdorlarida olinadi (1.2.3-rasm).

Anod kuchlanishi  $U_a$  qancha ko'p bo'lsa, anod setkali tavsifi  $I_a = f(U_a)$  shuncha yuqoriroq va chaproq joylashadi. Setkaga anod kuchlanishi kattaroq berilganda ko'proq manfiy kuchlanish berilishi kerak, bunda katod va setka orasidagi fazoviy deb, natijaviy elektr maydoni o'zgarish miqdori bo'lib qoladigan bo'lishi lozim. Yopiladigan kuchlanish  $U_{yop}$  deb, boshqaruvchi setkadagi shunday manfiy kuchlanishga aytiladiki, unda lampaning anod toki  $I_a$  0 gacha kamayib boradi. Anod kuchlanishi  $U_a$  qancha yuqori bo'lsa, yopiladigan kuchlanish  $U_{yop}$  shuncha ko'p bo'ladi.  $I_a = f(U_a)$  tavsifi o'rta qismida uchdan ikki daraja qonuniga yaqindir, lekin pastki



1.2.3-rasm. Triodning anod setkali oilasi va setkali tavsifi.

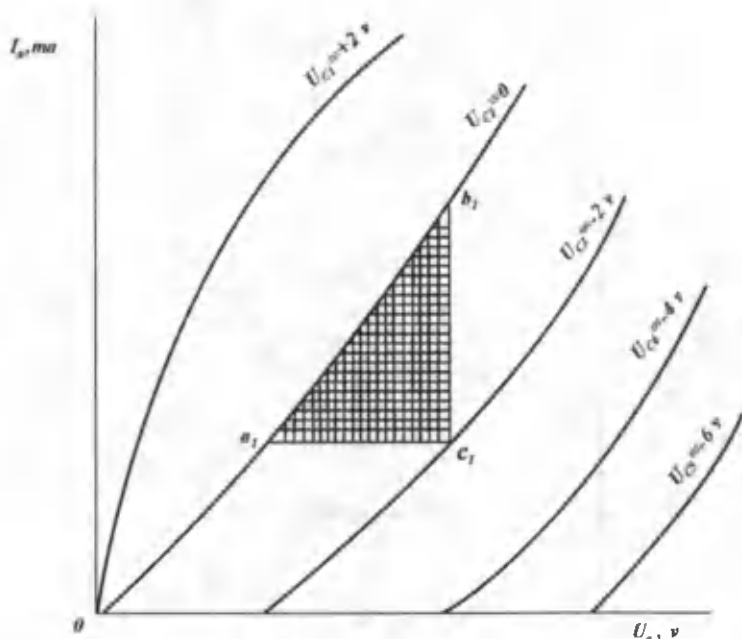
qismida beshdan ikki daraja qonuniga yaqinlashadi, chunki setkaning yuqori manfiy kuchlanishlarida «yopiq effekt» hosil bo'la boshlaydi. U shundan iboratki, setkani aylanmalari katod qismini go'yoki ekranlashtiradi. Katodning samarali yuzasi kamayadi va katod yonida fazoviy zaryad yuzasining hamma qismidan emas, balki setkaning aylanmalari orasidagi teshiklar orasidagi «emissiya orolchalari»dan elektronlar anodga qarab uchadi.

Triodning anod tavsifi oilasi deb, boshqaruvchi setkada kuchlanishning bir nechta belgilangan miqdorlarida olinadigan, anod tokining  $I_a$  anod kuchlanishiga  $U_a$  bog'liqligining grafik ko'rinishiga aytiladi (1.2.4-rasm).

Triodning statik parametrlarini aniqlash uchun, ordinata o'qining chap tomonida anod-setka tavsifi ikki qo'shni orasida bo'lgan  $a b c$  uchburchak yasaladi.

$S$  statik tavsifining tikligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$S = \left| \frac{\Delta I_a}{\Delta U_c} \right|_{U_a = \text{const}} = \text{const} = bc/ac \quad (\text{ma/v}).$$



1.2.4-rasm. Triodning anod tavsifi.

Tavsifning tikligi setkaning qalinligi va elektrodlar orasidagi masofaga bog‘liq bo‘ladi. Uning tikligi setkadagi kuchlanishni 1 v o‘zgarishi bilan anod kuchlanishining o‘zgarish qiyamatlarida anod tokining milliampperlarda o‘zgarishiga son jihatidan tengdir.

Triodning ichki qarshiligi  $R_i$ , setkadagi  $U_s$  o‘zgarish kuchlanishda lampaning anodida kuchlanish o‘zgarganda paydo bo‘ladigan, pulslanayotgan anod tokining lampa o‘zgaruvchisi tashkil etayotgan qiymatidir:

$$R_i = \left| \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \right|_{U_G, \text{const}} = \frac{U_{a2} - U_{a1}}{bc} \text{ (kOm)},$$

bu yerda:  $\Delta U_a = U_{a2} - U_{a1}$ .

Triodning kuchaytiruvchi statik koeffitsiyenti  $\mu$  :

$$\mu = \left| \frac{\Delta U_a}{\Delta U_s} \right|_{I_a, \text{const}} = \frac{U_{a2} - U_{a1}}{ac}.$$



Kuchaytiruvchi statik koeffitsiyent, triodni kuchaytiruvchi xususiyatlarini ta'riflaydi va anod kuchlanishiga  $\Delta U_a$  nisbatan, setkadagi kuchlanishning  $\Delta U_a$  necha marta o'zgarishi, anod tokining miqdoriga kuchliroq ta'sir etishini ko'rsatadi.

Triodning o'tkazuvchanligi D:

$$D = \frac{1}{\mu} = \left| \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g} \right|_{I_a = \text{const}} = \frac{ac}{U_{a2} - U_{a3}}$$

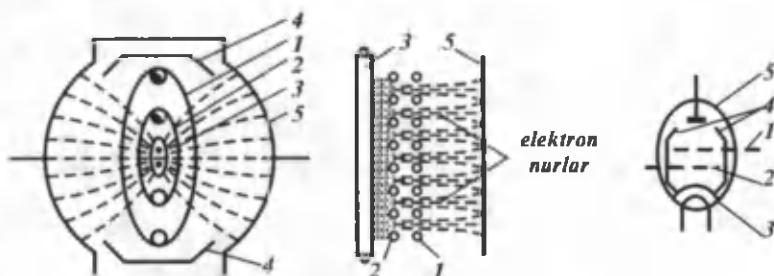
bu yerda:  $\Delta U_a = U_{a2} - U_{a3}$ .

O'tkazuvchanlik D setkaning ekranlashtiradigan xususiyatlarini ta'riflaydi va anodning qanday elektr maydon qismi setkani teshib, katod yonidagi fazoviy zaryad doirasiga o'tishini ko'rsatadi.

Triodlar radiotexnikada kuchaytirgich vazifasini bajaradi.

### 1.3. Ko'p elektrodli elektrovakuum asboblari to'g'risida tushuncha, elektron lampalarni belgilash

*Tetrod.* Tetrod deb, boshqaruvchi setka va anod orasida to'rtinchi elektrod joylashgan (bu ekranlashtiruvchi setka deyiladi) va anod bilan boshqaruvchi setka orasida elektrostatik ekran rolini bajaradigan to'rt elektrodli elektron lampaga aytiladi (1.3.1-rasm).

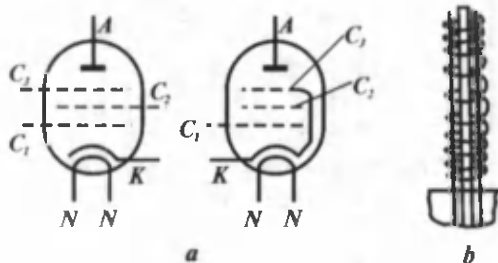


1.3.1-rasm. Nurli tetrodning kesimi va shartli belgilanishi:

1—ekranlashtiruvchi setka; 2—boshqaruvchi setka; 3—isitiluvchi katod; 4—nur tashkil etuvchi plastinka; 5—anod.

Tetrodlar ovoz tebranishlarining kuchaytirgichlarida, televizorlarni ko'rish kanallarini chiqish kaskadlarida, generator va boshqa sanoat elektronikasi, avtomatikasi sxemalarida ishlatiladi.

Pentodlar deb, anod va ekranlashgan setka orasiga himoyalovchi setka qo'yilgan besh elektrodli (uch setkali) lampaga aytiladi (1.3.2-rasm).



1.3.2-rasm. Yuqori chastotali pentodning shartli ko'rinishi (a) va pentodning boshqaruvchi setka asbobi ko'rinishi (b).

Pentodlar yuqori, oraliq va kichik chastotalar signallarini kuchaytirishda, har xil generatorli sxemalarda, o'zgarmas tokni kuchlanishini barqarorlash sxemalarida va sanoat elektronikasining boshqa sxemalarida keng qo'llaniladi.

Bundan tashqari, tebranishlarni o'zgartirish uchun ko'p setkali tebranishni o'zgartiruvchi lampalardan keng qo'llaniladi: besh elektrodli — pentod yoki pentagridlar (yunon. «penta» — besh, «genta» — etti) va hokazo.

Elektron-nurli trubkalar ham elektrovakuum asboblari qatoriga kirib, ular ossillograf, kineskoplarda, uzatuvchi televizion trubkalarda ishlatiladi.

*Elektrovakuum asboblarni markalash.* Elektrovakuum asboblarda birinchi element sonli yoki harfli bo'lishi mumkin. Sonlar, qabul qiluvchi ko'paytirgich elektron lampalarida cho'g'lanuvchi kuchlanish voltlarda, elektron-nur trubkalarida ekran diametri yoki diagonali santimetrlarda ekanligini bildiradi. Harflar, masalan, G — generatorli ekanligini bildiradi.

Ikkinchi elementi harflarda ifoda etilib, u lampaning tipini bildiradi: *B* — diod, *G* — triod, va h.k.

Uchinchi elementi sonlarda belgilanib, asbobning tartib raqamini bildiradi. To'rtinchi element harflarda ifoda etilib, lampaning qobig'i nimadan tashkil topganini bildiradi: *S* — shisha ballonda, *K* — keramik qobiqda va boshqalar. Misol uchun, 6K4P — 6 voltli seriyali, cho'g'lanish kuchlanishi 6,3 v. ga teng, pentod to'rtinchi ishlov, barmoqlilar seriyasidan.

#### **1.4. Gazorazryad yoki ionli elektron asboblari, ularning shartli belgilari**

Gazorazryad (ionli) elektron asbob deb, gaz muhitida elektr razryad ishlatiladigan, unda elektron va ionlar yo'naltirilgan harakatini kuzatib boradiganiga aytiladi. Gaz muhitida elektr razryadi deb, gaz bilan to'ldirilgan bo'shliq orqali tokning o'tishiga bog'liq bo'lgan hodisalarning yig'indisi va razryad oralig'i deyiladi.

Gazorazryad (ionli) asboblarining elektrovakuum asboblaridan asosiy farqi shundaki, ionli asbobning razryad oralig'idan elektr tokining o'tishi musbat ionlarning yo'naltirilgan harakati bilan amalga oshiriladi.

Gazorazryadli (ionli)larga:

— qorong'i va sekin razryadlilar; Geyger-Myuller hisoblagichi; neonli lampalar; sonli indikatorli lampalar; gazli stabiltronlar; dekatronlar; sovuq katodli tiratronlar;

— toj razryadli asboblarga: toj razryadli stabiltronlar; razryadliklar;

— termokatod bilan nomustaqil yoyli razryadli asboblarga: gazotronlar; cho'g'langan katodli tiratronlar; impulsli tiratronlar;

— rtutli katod bilan mustaqil yoyli razryadli asboblarga: rtutli ventillar; bir anodli, i metali rtutli ventillar; ignitronlar kiradi.

Bu asboblardan to'g'rilagich (vipryamitel)larda, tokni o'zgartiruvchi sanoat qurilmalarida, elektrpayvandlash asboblarida, elektrodvigatellarida, hisoblash mashinalarida, avtomat-kassalarda va boshqa sanoat elektronikasida keng qo'llaniladi.

Shartli belgilarga kelsak, ular quyidagicha belgilanadi:

— tiratronlar — TG — gaz to'ldirilgan tiratronlar, gazotronlar

– GG – gaz to'ldirilgan gazotronlar, stabiltron – SG – gaz to'ldirilgan stabiltronlar, indikatorli lampalar – IN – neon to'ldirilgan indikatorlar va h.k.

## **2-hob. YARIM O'TKAZGICHLI ASBOBLAR**

### **2.1. Yarim o'tkazgichlar va ularning xossalari**

Yarim o'tkazgich, kristallik yoki amorf moddalar hisoblanib, ularning hajmiy qarshiligi uy harorati sharoitida  $10^{-4}$  dan  $10^4$  Om·sm gacha atrofida bo'ladi. Metallarda hajmiy qarshilik  $10^{-6}$  dan  $10^{-4}$  Om·sm. gacha, dielektrlarda  $10^5$  dan  $10^{22}$  Om·sm. gacha bo'ladi. Qarshiligining miqdori bo'yicha yarim o'tkazgichlar o'tkazgichlar (metallar) va o'tkazuvchi bo'lmaganlar (dielektrlar) orasida joy egallaydi.

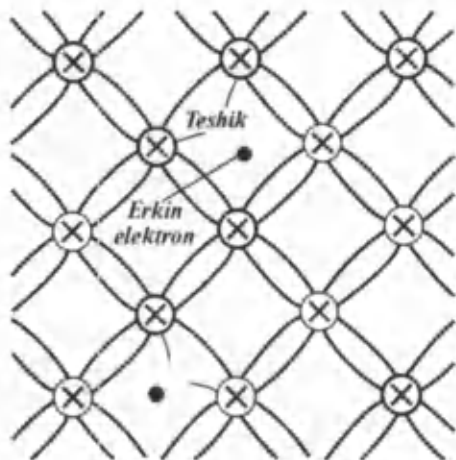
Yarim o'tkazgichlarga germaniy, kremniy, selen, mis oksidi va boshqa moddalar kiradi. Ular texnikada ko'p qo'llaniladi.

Yarim o'tkazgichlar qarshilikning harorati, elektr va magnit maydonlari kuchlanishi, yorug'lik darajasi, mexanik kuchlanish, elektromagnit nurlanish ta'siri va boshqalarga kuchli bog'liqdir.

Yarim o'tkazgichli asboblari asosan germaniy va kremniydan tashkil topgan bo'lib, o'zining tashqi ustki qismidagi qobig'ida 4 tadan valentli elektronlar bo'ladi. Lekin ichki qismining qobig'iga joylashgan 28 ta germaniy atomining elektronlari va 10 ta kremniy atomining elektronlari, yadrolar tomonidan mustahkam ushlanib turadi va har qanday holatlarda u uzilib ketmaydi. Faqatgina yarim o'tkazgichlar atomlarning 4 ta valentli elektronlari uzilishi va erkin bo'lishi mumkin, u ham ba'zida. Bitta bo'lsa ham elektronini yo'qotgan yarim o'tkazgichning atomi, musbat ionli bo'lib qoladi.

Atomlararo aloqadan ajralib chiqqan elektronlar erkin bo'lib qoladi, elektronlar chiqib ketgan bo'sh joyi «teshik» deb ataladi. Yarim o'tkazgichda harorat qancha yuqori bo'lsa, unda shuncha ko'p erkin elektronlar va teshiklar bo'ladi.

Yarim o'tkazgich atomlarining o'zaro aloqasini quyidagi sxemadan ko'rish mumkin:



2.1.1-rasm. Yarim o'tkazgich tarkibining soddalashtirilgan sxemasi.

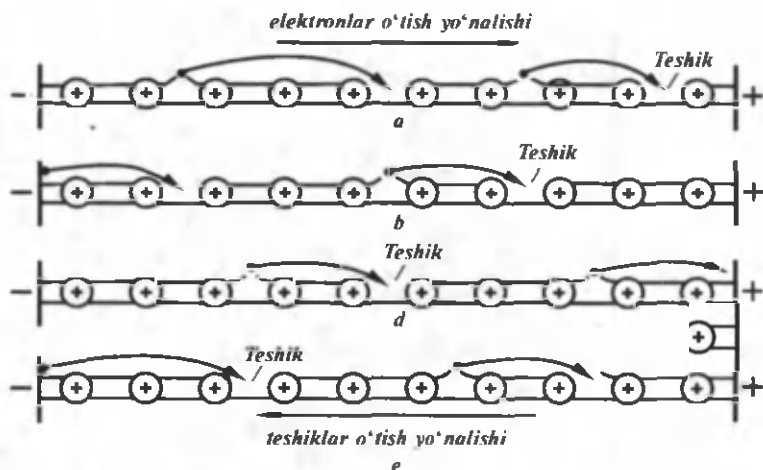
## 2.2. Yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi

Yarim o'tkazgich harorati absolyut 0 ga yaqin bo'lganda, o'zini dielektrik qilib ko'rsatadi, chunki unda elektronlar yo'q.

Yarim o'tkazgichda kuchlanish berilishi bilan unda tok paydo bo'ladi. Yarim o'tkazgichning hamma qismidan atomlararo aloqalardan ma'lum bir elektronlar ajralib chiqib boshlaydi. Bunda elektronlar o'z yo'lida «teshiklarni» uchratib, xuddi «sakragandek» bo'ladi, atomlararo aloqalar to'lib bora boshlaydi. Shunday qilib bu harakat davom etadi.

Yarim o'tkazgichda elektr o'tkazuvchanligi deb (ingliz. «intrinsic» — ichki), kristallik reshetkada nuqsoni bo'lmagan, kimyoviy toza yarim o'tkazgichlarda zaryadlarning yo'naltirilgan ko'chishiga aytiladi. Primes elementlari atomining tarkibiga qarab, yarim o'tkazgichlar elektronli va teshikli bo'ladi.

Misol uchun, yarim o'tkazgichning kristalldagi atomni surma atomi bilan almashtirilsa (tashqi qatlamida 5 valentli elektron mavjud), surmadagi 5 valentli elektron atom 4 elektron atomi bilan birlashib, erkin bo'lib qoladi. Qancha ko'p surmani atomi yarim o'tkazgichga yuborilsa, shuncha ko'p erkin elektronlar paydo bo'ladi va u xususiyatlari bo'yicha metallga yaqin bo'lib qoladi.



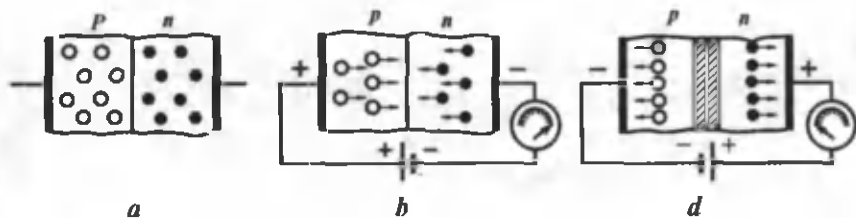
2.2.1-rasm. Yarim o'tkazgichlarda elektronlar va teshiklar harakati.

Bunday xususiyat, boshqacha qilib aytganda, n-tipidagi yarim o'tkazgichlar deb ataladi («n» — lotinchadan negativ, ya'ni manfiy). N — tipidagi yarim o'tkazgichda tokning asosiy tashuvchilari manfiy zaryadlar — elektronlar hisoblanadi.

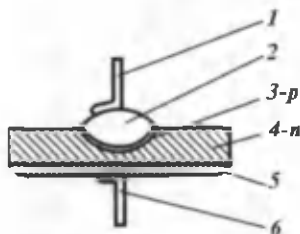
Yarim o'tkazgichga indiy 3 atomdan iborat valentli elektronlar kiritilsa, u aloqalarni faqatgina 3 ta qo'shni atom bilan to'ldiradi va 4 atom bilan to'ldirish uchun 1 ta elektron yetmaydi. Bunday holatni paydo bo'lishi, yarim o'tkazgichlarning teshikni o'tkazuvchanligi deyiladi yoki «p» — tipidagi yarim o'tkazgich deb ataladi («p» — lotinchadan pozitiv «musbat»).

### 2.3. Yarim o'tkazgichli diod, volt-ampere tavsifi, parametrlari, belgilanishi, tuzilishi va ishlatilishi

Yarim o'tkazgichli diod deb, ikki elektrodli, asosiy xususiyati bir tomonlama elektr o'tkazuvchanlik bo'lgan elektron asbobiga aytiladi. Yarim o'tkazgichli diodning boshqa elektron lampalardan farqi teskari tokning kattaligidir, u vakuumli diod va kenotronlarda deyarli yo'qdir. Undan tashqari, to'g'ri tok o'tayotganda, diodda kuchlanish kam pasayadi.



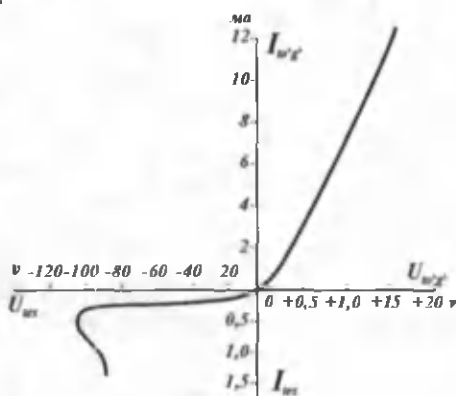
2.3.1-rasm. Yarim o'tkazgichli diodning ishlash prinsipi.



2.3.2-rasm. Germaniyli qotishmali diodning tuzilishi:

1—anod uchi; 2—indiy; 3—p—elektr o'tkazuvchi soha; 4—n—germaniyl kristalli; 5—vismut, surma va qo'rg'oshin qotishmali bog'lanish; 6—katod uchi.

Agar dioddan o'tayotgan tok miqdorini unga berilgan kuchlanishning miqdori va qutbiga bog'liqligini grafik ravishda ko'radigan bo'lsak, quyidagicha bo'ladi va u diodning volt-ampere tavsifi deyiladi:



2.3.3-rasm. Yarim o'tkazgichli diodning volt-ampere tavsifi.

bu yerda:  $I_{to'g'}$  — dioddan o'tadigan to'g'ri yo'naltirilgan tokning miqdori;  $I_{tes}$  — tokning teskari yo'naltirilgan qiymati;  $U_{to'g'}$  — to'g'ri kuchlanishning miqdori;  $U_{tes}$  — teskari kuchlanishning miqdori.

Elektron-teshikni o'tuvchilarning soni bo'yicha bitta o'tuvchili va uchta o'tuvchili diodlar bo'ladi. Uchta o'tuvchilarga dinistor va tiristorlar kiradi.

Diodlarning ishlatilishi va ishlash prinsipi bo'yicha quyidagicha klassifikatsiyalash mumkin: detektorli va o'ta yuqori tebranishli o'zgartiruvchi diodlar; impulsli diodlar; kuch diodlari va ventillar; yarim o'tkazgichli stabilitronlar; aylanadigan diodlar; tunnel diodlari; parametrli diodlar (varikaplar); dinistorlar; tiristorlar; fotodiodlar.

Diodlar quyidagicha belgilanadi: D7A — diod 7 — tartib raqami, D — xillari, ventillar - GB — germaniyli ventil, dinistorlar — KN102A, tiristorlar — KU202V kabi belgilanadi.

Yarim o'tkazgichli diodlar kichik, o'rta va yuqori quvvatli to'g'rilagichlarda (vipryamitel), rezonansli va parametrik kuchaytirgich (usilitel) va generatorlarda, elektron ulaydigan va o'chiradigan asboblarda hamda boshqa sanoat elektronikasining sxemalarida keng qo'llaniladi.



2.3.4-rasm. Diodning shartli belgisi.

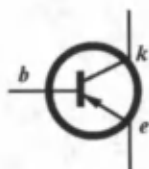
## 2.4. Bipolyar tranzistorlar, ularning tuzilishi va usullari

Tranzistorlar deb, kirish zanjirida tokning o'zgarishi chiqish zanjiridagi qarshilikning o'zgarishiga olib keladigan yarim o'tkazgichli asboblarga aytiladi. Ba'zan elektr signallarini kuchaytirishga yoki generatsiyalashga mo'ljallangan, n-p o'tuvchi yarim o'tkazgich asboblarga tranzistorlar deyiladi, ular 3 yoki undan ko'p uchga ega bo'ladilar.

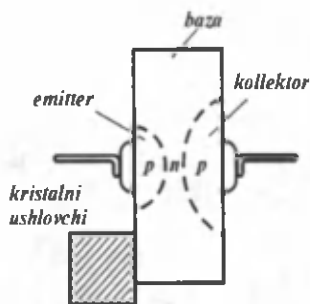


«Tranzistor» soʻzi inglizcha «transformer of resistance» soʻzidan kelib chiqib, «qarshilikni oʻzgartiruvchi» degan maʼnoni anglatadi. Tranzistorlarning quvvati, tebranishlar diapazoni, yasash texnologiyasi va faoliyat prinsipi boʻyicha turli klassifikatsiyalari mavjud. Xalq xoʻjaligida eng koʻp tarqalgani bipolyar tranzistorlari hisoblanadi.

Emitter va kollektori teshikli boʻlgan yoki p – elektr oʻtkazuvchanli va baza elektron elektr oʻtkazuvchanli tranzistorlarni, p-n-p tipidagi tranzistorlar deyiladi.



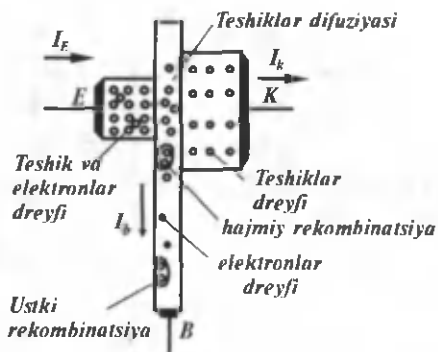
2.4.1-rasm.  
Tranzistorlarning  
sxemalarda koʻrsatilishi:  
*b*—baza; *k*—kollektor;  
*e*—emitter.



2.4.2-rasm. P-n-p tipidagi  
tranzistorning sxema tuzilishi.

Tranzistor bilan elektrovakuum triodini solishtirganimizda, emitter — katodga, baza — setkaga, kollektor — anodga toʻgʻri keladi. Setkali kuchlanish (kirish) orqali boshqariladigan trioddan farqi, tranzistor kirish toki orqali boshqariladi, shuning uchun tranzistorning kirish zanjirida, uch elektrodli lampalarning kirish zanjiriga nisbatan quvvatdan foydalanish koʻproq boʻladi.

Endi p-n-p tipidagi tranzistorlarni ishlash prinsipi bilan tanishamiz. Tranzistorning kollektor (chiqish) zanjiriga oʻtkazmaslik yoʻnalishida  $E_{kb}$  manba ulanadi. Kollektor oʻtish joyida elektr maydonining keskinligi oshadi, kollektor oʻtish joyi orqali asosiy boʻlmagan tashuvchilarning harakatidan kelib chiqqan kollektor zanjirida kichik teskari tok paydo boʻladi. Bu tok kollektorning issiqlik

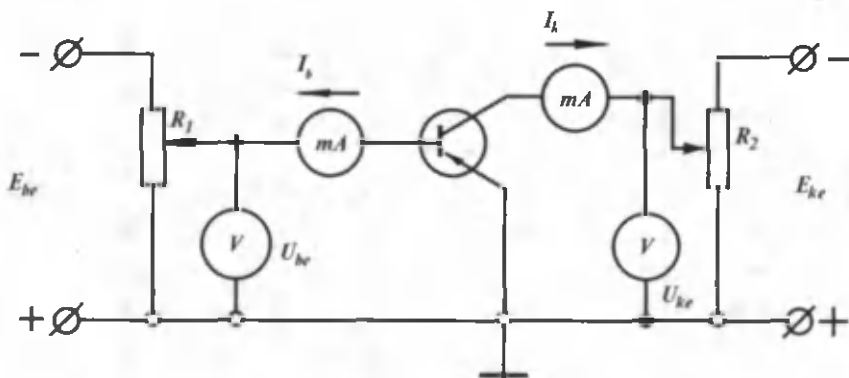


2.4.3-rasm. P-n-p tipidagi tranzistorlarda zaryadlar ko'chishi va tashuvchilarning rekombinatsiyasi taxminiy manzarasi.

toki deyiladi, chunki uning miqdori haroratga bog'liq bo'ladi va  $I_{kbo}$  bilan belgilanadi.

## 2.5. Umumiy emitter sxemasi bilan ulangan tranzistorlarning parametrlari va tavsifi

Umumiy emitter bilan ulangan sxemalarda kirish va chiqish zanjirlari uchun umumiy elektrod tranzistorning emitteri hisoblanadi. Umumiy emitterli sxemalar juda ko'p tarqalgan. Shuning uchun umumiy emitterli sxemalar uchun tranzistorlarning

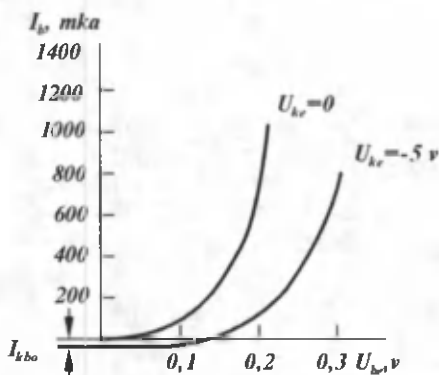


2.5.1-rasm. Umumiy emitter sxemasi bilan ulangan, tranzistorning statik xarakteristikasini olishga mo'ljallangan sxema.

statik tavsiflarini o'rganishga alohida e'tibor berish kerak. Bunday sxemada baza kirish toki, kollektor chiqish toki hisoblanadi.

Shundan kelib chiqib, umumiy emitter sxemasida kirish tavsiflari baza tokining  $I_b$  kuchlanishga  $U_{be}$  bog'liqligi hisoblanadi, bunda:  $U_{ke} = \text{const}$  bo'ladi.

Baza toki  $I_b$  absolyut miqdori bo'yicha har doim emitter tokidan ancha kichik bo'ladi. Umumiy emitter bilan ulangan sxemalarning umumiy baza bilan ulangan sxemalardan farqi shundaki, unda kirish emitter toki bo'ladi.



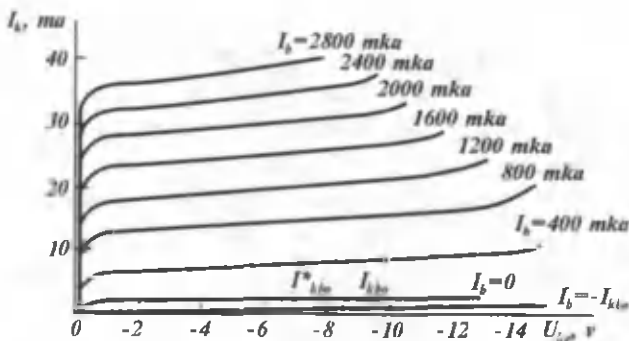
2.5.2-rasm. MP41 tranzistorining umumiy emitter bilan ulangan sxemasi uchun kirish tavsifi.

Umumiy emitter bilan ulangan sxemalar uchun tranzistorning chiqish tavsifi deb, baza tokining  $I_b$  bir nechta qiymatlarda olingan kollektor tokining  $I_k$  kuchlanishdan  $U_{ke}$  bog'liqligiga aytiladi.

Umumiy emitter bilan ishlovchi sxemalar uchun tranzistorning muhim parametri quyidagi koeffitsiyent bilan aniqlanadi:

$$h_c = \frac{I_k - I_{kbo}}{I_b + I_{kbo}}$$

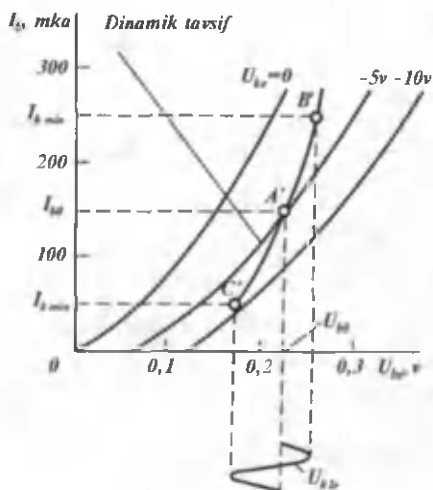
Umumiy emitter bilan ulangan sxemada tokga katta zo'rlik beriladi.



2.5.3-rasm. Umumiy emitter bilan ulangan sxemalar uchun MP41 tranzistorining chiqish tavsiflari

## 2.6. Tranzistorlarning tuzilishi va ishlash jarayoni, dinistorlar, volt-ampere tavsifi

Endi tranzistorlarning ishlash tartibini eng ko'p tarqalgan umumiy emitter sxemasi bilan ulangan tranzistorlarda ko'ramiz.



2.6.1-rasm. Umumiy emitter sxemasi bo'yicha ulangan tranzistorining dinamik tavsifi.

Bu 2.6.1-rasmda keltirilgan.  $U_{ke}$  manba chiqish zanjiriga ulangan, elektron lampalar sxemasida maqsadiga muvofiq  $E_s$  manbaga to'g'ri keladi. E.yu.k.  $U_{ke}$  manba energiyasi hisobiga kirish signali  $U_{kir}$  quvvati kuchayadi. E.yu.k.  $U_{ke}$  manba elektron lampalarning kuchaytiruvchi sxemalarida setkali surilish manbaiga to'g'ri keladi, uning yordamida dinamik xarakteristikada va nagruzka liniyada boshlang'ich A' va A ishchi nuqta belgilanadi.

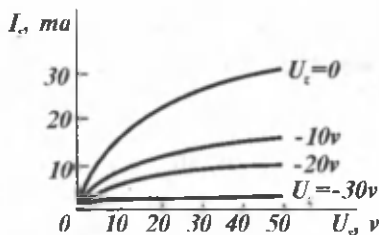
$U_{kir} = 0$  bo'lganda, baza zanjirida  $I_{bo}$  tinch tok oqa boshlaydi, u kollektor zanjirida

$I_{o}$  tokini chaqiradi.  $I_{ko}$  toki,  $I_{bo}$  baza tokiga to'g'ri kelib, chiqish tavsifi bilan nagruzka liniyasi kesishish nuqtasi bilan aniqlanadi.

Kirishda o'zgaruvchan kuchlanish  $U_{kir}$  paydo bo'lishi bilan baza toki  $I_{b,max}$  dan  $I_{b,min}$  gacha atrofda o'zgaradi, bu dinamik tavsif va nagruzka liniyalarini B'C' va BC uchastkalar bo'yicha ishchi nuqtalarning harakatlanishiga olib keladi.

Tranzistorlar: epitaksial, plahar, polevoy bo'ladi. Polevoy tranzistorlar odatdagi tranzistorlardan faoliyat prinsipi bilan farq qiladi. Polevoy tranzistorning chiqish zanjirida elektr-teshik o'tishi yo'q, shuning uchun ularni injeksiyasiz tranzistorlar guruhiga kiritiladi.

Polevoy tranzistorning volt-ampere tavsifi quyidagi 2.6.2-rasmda ko'rsatilgan. Undan ko'rinib turibdiki, tavsifning katta kuchlanishlarida  $U$  kanalning zaryad tashuvchilar tomonidan to'lishi sababli gorizontallik ko'rinishda bo'ladi. Polevoy tranzistorlar 150 mGsa gacha bo'lgan chastotalarda yaxshi ishlaydi.



2.6.2-rasm. Polevoy tranzistorning statik volt-ampere tavsifi.

### 3-bob. FOTOELEKTRON ASBOBLAR

#### 3.1. Tashqi va ichki fotoeffektli fotoelementlar

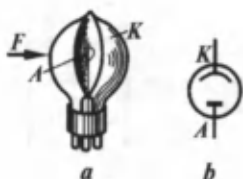
Fotoelektron asboblari deb, yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish sodir bo'ladigan asboblarga aytiladi.

Yorug'lik oqimining fotoelektron asboblarga ta'sirini xususiyatiga ko'ra, ichki va tashqi fotoeffektli asboblarga bo'linadi. Ichki fotoeffektli asboblarda foton ta'sirida zaryad tashuvchilarning (elektronlar va teshiklar) generatsiyalanishi sodir bo'ladi. Tashqi fotoeffektli fotoelektron asboblarda esa foton ta'sirida fotoelektron emissiya yuzaga keladi.

Ichki fotoeffektli fotoelektron asboblarga: fotorezistorlar, fotogalvanik elementlar, fotodiodlar, fototranzistorlar va

fototiristorlar; tashqi fotoeffektli fotoelektron asboblarga: elektrovakuum va gaz to'ldirilgan fotoelementlar hamda fotoelektron ko'paytirgichlar kiradi.

### 3.2. Lampali fotoelementlarning tuzilishi, ishlash tartibi, asosiy tavsiflari va parametrlari



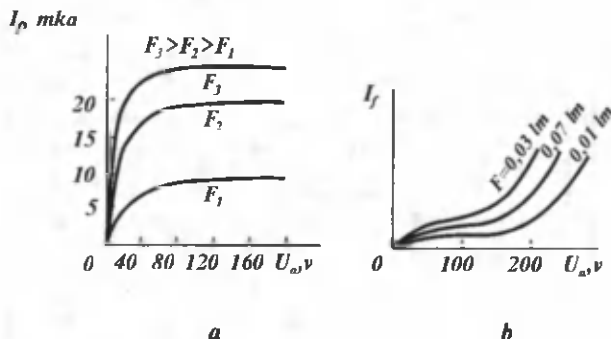
3.2.1-rasm.

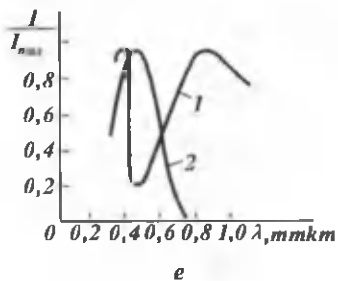
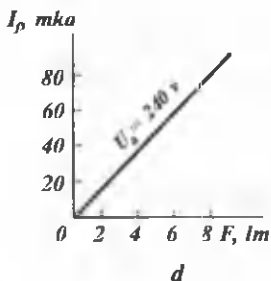
Elektrovakuum fotoelement tashqi ko'rinishi (a) va shartli belgilanishi (b).

Elektrovakuumli fotoelement shisha ballon bo'lib, unda  $10^{-6}$  mm. simob ust. atrofida bosimli vakuum hosil qilingan va ikkita elektrod — fotokatod K va anod A joylashtirilgan. Shisha ballonni ichki yuzasining yarmiga, ya'ni ichki yarim sferaga katod qo'yiladi. Katod materiali sifatida kislorod bilan aktivlashtirilgan seziy ishlatiladi, ba'zida surmali-seziyli katod ( $SbCs_3$ ) tayyorlanadi. Katodning uchini shisha ballonning yon qismida joylashtiriladi.

Elektrovakuum fotoelementlarning volt-amper tavsiflari  $I_f = f(U_a)$  shuni ko'rsatadiki, fototok boshida kuchlanishning ko'payishi bilan tez o'sib boradi, so'ng yorug'lik oqimi  $F = \text{const}$  bo'lganda, deyarli o'zgarishsiz qoladi. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin.

To'yingan kuchlanish sodir bo'lganda, fotokatod bilan nurlanuvchi barcha elektronlar anod yuzasiga yetadi va keyingi tokning juda kichik o'sishi kuchlanishning o'sishi bilan elektrostatik emissiyaning ta'siriga asosan sodir bo'ladi. Yorug'lik oqimining





3.2.2-rasm. Tashqi fotoeffektli fotoelementlar:

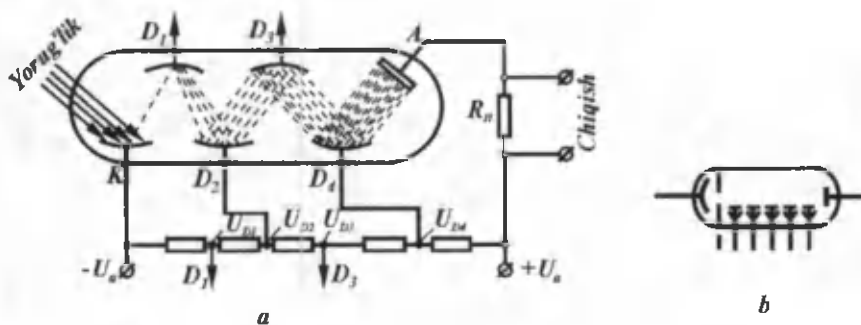
*a*—elektrovakuum fotoelementining volt-ampere tavsifi; *b*—gaz to'ldirilgan fotoelementning volt-ampere tavsifi; *v*—elektrovakuum fotoelementining yorug'lik tavsifi; *e*—elektrovakuum fotoelementlarning spektral tavsifi.

o'sishi bilan ( $F_3 > F_2 > F_1$ ) volt-ampere tavsifi yuqoriga ko'tarila boradi, chunki vaqtning birligida fotokatod bilan nurlangan elektronlarning soni ko'payib boradi.

Fotoelementlar signalizatsiya sxemalarida, fototelegraflarda, ovozli kinolarda ishlatiladi.

### 3.3. Fotoelektron ko'paytirgichlar

Tashqi fotoeffektli elektrovakuum fotoelementlarining xili bo'lib, fotoelektron ko'paytirgich hisoblanadi. Fotoelektron ko'paytirgichlar rus injeneri L.A.Kubetskiy tomonidan 1934-yilda



3.3.1-rasm. Fotoelektron ko'paytirgich:

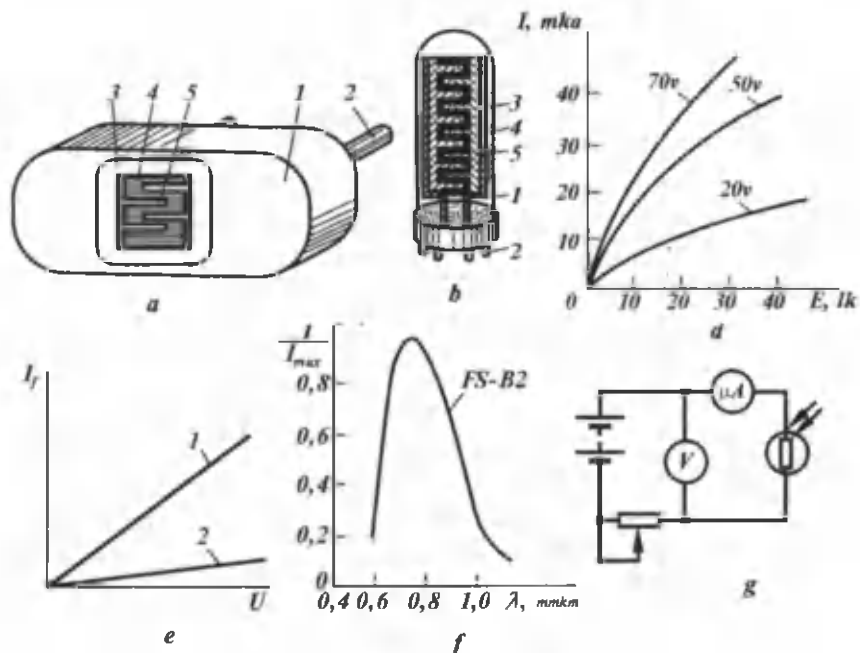
*a* — tuzilishi:  $D_1, D_2, D_3, D_4$  — ikkilamchi elektron katodlari; *b* — shartli belgilanishi.

ixtiro qilingan. Fotoelektron ko'paytirgich deb, shunday fotoeffektli fotoelementga aytiladiki, unda fototok kuchayishi ikkilamchi elektron emissiyani ishlatish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Fotoelektron ko'paytirgichlarning kamchiligi sezgirligining pasayishi (qarishi) hisoblanadi, undan tashqarii ularga katta kuchlanishli manba talab qilinadi (2300 voltgacha).

### 3.4. Fotorezistorlar

Yorug'lik ta'siri ostida elektr o'tkazuvchanligi o'zgaradigan asboblarga fotorezistorlar deyiladi. Fotorezistorlarda material sifatida selen, talliy, svines, vismut, kadmiy va boshqa yarim o'tkazgichlar ishlatiladi. Yarim o'tkazgichni yoritishda o'tkazuvchi maydondan o'tadigan elektronlar soni va elektr o'tkazuvchanligi ortadi.



3.4.1-rasm. Fotorezistorlar:

*a, b* — fotorezistorning tashqi ko'rinishi (1—plastmassali korpus yoki shisha ballon; 2—shtir; 3—izolyatsiyali plastina; 4—yarim o'tkazgich qatlami; 5—metalli grebenka);  
*d* — yorug'lik tavsifi; *e* — volt-ampere tavsifi; *f* — spektral tavsifi; *g* — tavsifni olish uchun sxema.



Fotorezistorlarning asosiy tavsiflari:

a) yorug'lik tavsifi; b) volt-ampere tavsifi; d) spektral tavsifi hisoblanadi.

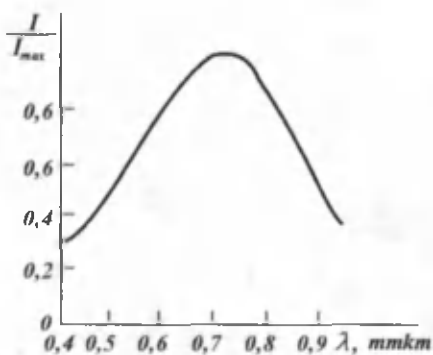
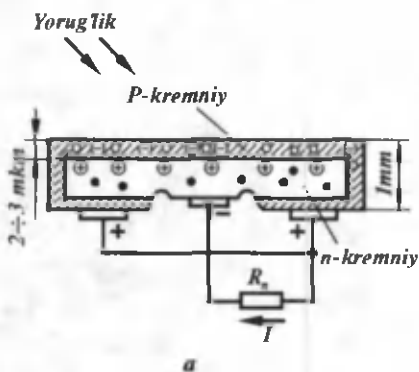
Fotorezistorlar integral sezgirligining yuqoriligi sababli, avtomatika va telemexanikaning ba'zi bir qurilmalarida keng ishlatiladi.

### 3.5. Quyosh fotoelementlari va fotodiodlar, ularning ishlatiladigan sohasi

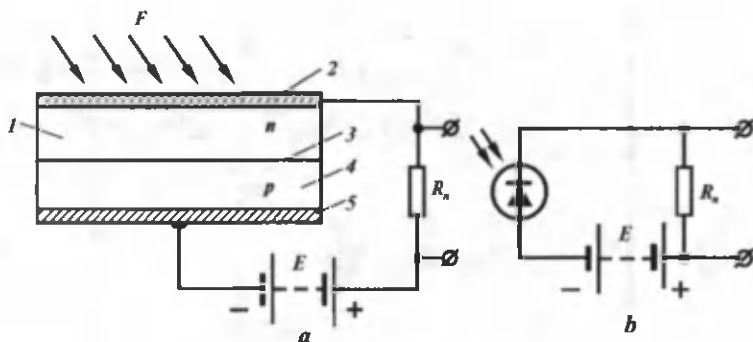
Ventilli fotoelementlarda yorug'lik energiyasi to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylanadi, shuning uchun ularga tashqi tok manbalari kerak bo'lmaydi.

1954-yildan boshlab, ventill fotoelementlari quyosh batareyalarini yasashda ishlatilmoqda. Bunday quyosh batareyalarini Yerning sun'iy yo'ldoshlarida muvaffaqiyatli ishlatilib kelinmoqda. O'zbekistonda bunday batareya Toshkent viloyatining Kumushkon qishlog'ida joylashgan.

Quyosh fotoelementining tuzilishi juda oddiydir. U  $n$ -tipidagi kremniy plastinkasidan iborat bo'lib, unga mishyak atomi kiritilgan. Plastinka yuzasiga diffuziya orqali vakuumda bor elementi kirgiziladi, u teshikli elektr o'tkazuvchi maydon hosil qiladi.  $P$ -elektr o'tkazuvchanlikning qalinligi  $2\div 3$  mkm. dan oshmaydi, shuning uchun yorug'lik energiyasi  $p-n$  - o'tish zonasiga oson kiradi.



3.5.1-rasm. Quyoshli fotoelement: a — tuzilishi; b — spektral tavsifi.



3.5.2-rasm. Fotodiodning tuzilishi (a) va ishlatish sxemasi (b):

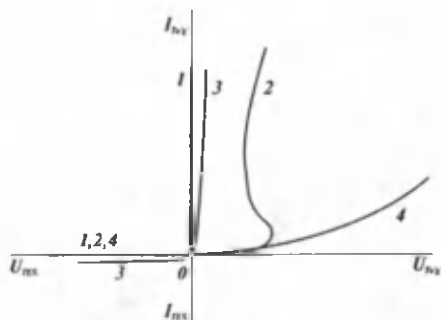
1—yarim o'tkazgichli elektron o'tkazuvchanlik maydoni; 2—yarim yaltiroq Om kontakti; 3—elektron-teshik o'tishi; 4— yarim o'tkazgichning teshik elektr o'tkazuvchanlik maydoni; 5— Omli kontakt.

Elektron-teshik o'tishi teskari qarshiligining yorug'lik ta'sirida o'zgarishi xususiyatini ishlatadigan asbob fotodiod deyiladi.

Fotodiodlarning sezgirliigi juda yuqori bo'lganligi uchun, ularni hisoblash va o'lchov texnikasi avtomatikasi qurilmalarida ishlatishga imkon beradi. Fotodiodlar FD deb belgilanadi.

#### 4-bob. ELEKTRON TO'G'RILAGICHLAR VA STABILIZATORLAR

##### 4.1. To'g'rilagichlar haqida umumiy tushunchalar

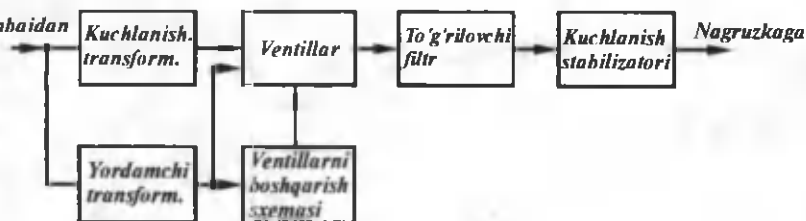


4.1.1-rasm. Mukammal (1), ion (2), yarim o'tkazgichli (3) va vakuumli ventillarning (4) volt-ampere tavsiflari.

To'g'rilagichlar deb, o'zgaruvchan tokni o'zgarimas tokga yoki bir yo'nalishdagi puls tokiga aylantirib beradigan qurilmalarga aytiladi.

Bu aylantirishlar ko'p paytlarda ventillar orqali amalga oshiriladi. To'g'rilagichlarning sifatli tavsiflari ko'pincha ventillarning volt-ampere tavsifidan iborat bo'ladi.

O'zgaruvchan tok manhaidan

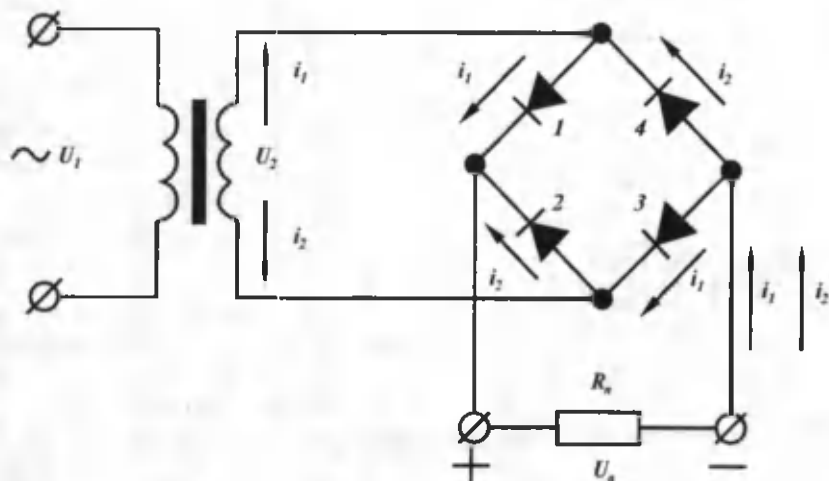


4.1.2-rasm. To'g'rilagich uskunasi tarkibiy sxemasi.

## 4.2. Bir fazali va uch fazali to'g'rilagichlar shakli, ularning ishlash jarayoni

Fazalarning soni bo'yicha bir fazali va ko'p fazali to'g'rilagichlar mavjud. Bir fazali ko'priqli to'g'rilagichlar sxemasi 4.2.1-rasmda ko'rsatilgan.

To'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati  $U_o \approx 0,9 \cdot U_2$  bilan o'lchanadi.



4.2.1-rasm. To'g'rilagichning ko'priksimon sxemasi.

Agar ventillarning ichki qarshiligini hisobga olsak:

$$U_o = 0,9 U_2 \frac{R_n}{2R_{to'g'} + R_n}$$

**Misol.** Ko'priksimon sxemasi bilan yig'ilgan to'g'rilagichda  $U_o = 250$  v ga teng to'g'rilangan kuchlanishni olish kerak, bunda  $I_o = 0,3$  a.

Ventillarni tanlab olib va ventillardagi kuchlanishning pasayishini nazarga olmay, transformatorning ikkilamchi kuchlanishini hisoblash kerak.

*Yechish.* Ko'priksimon sxemasida:  $U_{tes.max.} = 1,57 U_o$ . Unda:

$$U_{tes.max.} = 1,57 \cdot 250 = 392 \text{ v,}$$

ventil orqali o'tuvchi tokning amaldagi qiymati:

$$I_{to'g'} = 0,78 \cdot 0,3 = 0,233 \text{ a.}$$

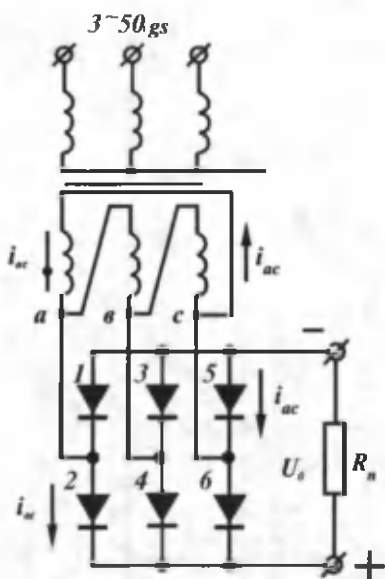
Ma'lumotnomadan  $I_o = 0,3$  a va  $U_{tes.v} = 400$  v ga teng bo'lgan D7J ventilini tanlaymiz.

Transformatorning ikkilamchi kuchlanishi  $U_2$  kuchlanish  $U_o$  bilan  $U_o = 0,9 \cdot U_2$  bog'langan. Bundan:  $U_2 = U_o / 0,9 \approx 282$  v.

Demak, transformatorning ikkilamchi kuchlanishi 282 v. ga tengdir.

Uch fazali ikki taktli Larionovning sxemasi uchta oddiy ko'priksimon sxemalardan iborat bo'ladi. Larionov sxemasida ventillar juft-juft ketma-ket ishlaydi, har qanday berilgan vaqtda katodning, ayniqsa, manfiy potentsialli tok ventili va ayniqsa anodning musbat potentsialli juft ventildir.

Tokning ventil orqali o'tishi 4.2.2-rasmda ko'rsatilgan.



4.2.2-rasm. Larionov sxemasi bo'yicha uch fazali ikki taktli to'g'rilagich.

Larionov sxemasining afzalligi teskari kuchlanishning juda katta bo'lmagan qiymati hisoblanadi. Larionov sxemasi katta quvvatli to'g'rilagichlar uchun qo'llaniladi.

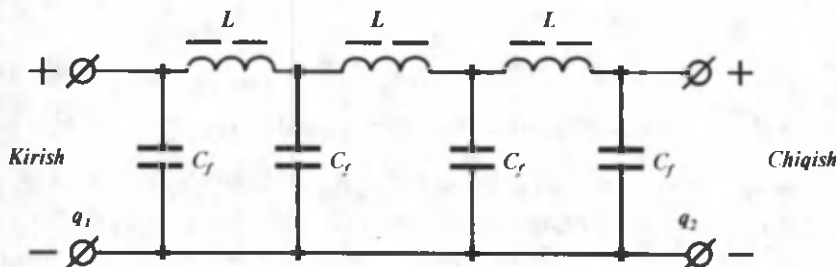
### 4.3. Tekislovchi to'siqlar

Elektron sxemalarda pulslanishni kamaytirish maqsadida tekislovchi filtrlar ishlatish tavsiya etiladi.

Pulsatsiya darajasini pulsatsiya koeffitsiyenti  $q_1$  bilan baholanadi, unda eng ko'p ifodalangan garmonika amplitudasining to'g'rilangan kuchlanish yoki tokning o'rtacha miqdoriga nisbati tushuniladi.

Radioelektron uskuna oziqlanadigan to'g'rilangan tokning pulsatsiya koeffitsiyenti, uskunaga berilgan texnik talabga qarab,  $0,01 \pm 0,000001$  oralig'ida bo'ladi.

To'g'rilovchi to'siqning asosiy elementlari bo'lib, induktivlikka  $L$  ega bo'lgan bir yoki bir nechta past chastotali drossellar va nagruzka zanjiriga ketma-ket ulangan  $C_f$  to'siq kondensatorlari hisoblanadi.



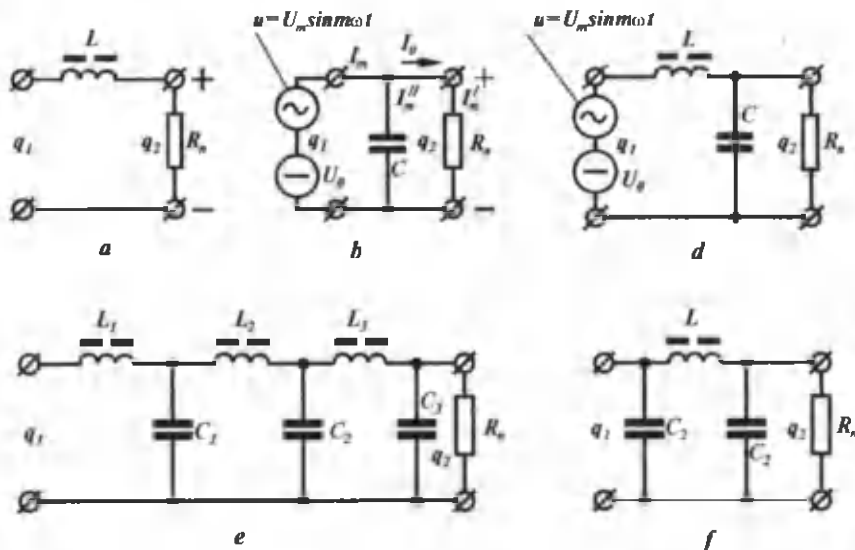
4.3.1-rasm. Ko'p zvenoli to'g'rilovchi to'siqlar:

$q_1$  – to'siqga kirishdagi pulsatsiya koeffitsiyenti;  $q_2$  – to'siqning chiqishdagi berilgan pulsatsiya koeffitsiyenti.

Tekislovchi koeffitsiyent, kuchlanish yoki tokning to'g'rilovchi pulsatsiyasini to'siq necha marta kamaytirishini ko'rsatadi.

To'g'rilagich uskunalarida ishlatiladigan tekislovchi to'siqlar sxemalari har xil bo'ladi:

- oddiy induktiv to'siq;
- oddiy sig'imli to'siq;
- G shaklidagi to'siq;
- P shaklidagi to'siq.

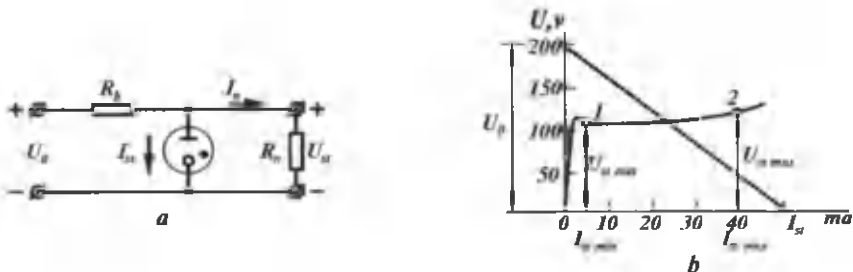


4.3.2-rasm. To'siq sxemalari:

*a* — oddiy induktiv; *b* — oddiy hajmiy; *d* — G shaklidagi; *e* — uch zvenoli G shaklidagi; *f* — P shaklidagi.

#### 4.4. Tok va kuchlanish stabilizatorlari, ularning vazifasi

Kuchlanish gazorazryad stabilizatorlari. Gazorazryad asboblari o'zgarmas tokda kuchlanishni barqarorlashtirishda (stabilizatsiya) ishlatiladi. Buning uchun sekin yonadigan yoki toj razryadli stabilitronlar ishlatiladi.



4.4.1-rasm. Kuchlanish gazorazryad stabilizatorlar: *a* — stabilizator sxemasi; *b* — stabilitron tavsifi.

4.4.1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, stabilitrondan o‘tgan tokning miqdoriga, stabilitrondagi kuchlanishning pasayishi bog‘liq emas. 1—2 uchastka ishchi uchastka. Ushbu uchastka atrofidagi stabilitronning kuchlanishi kuchlanish barqarorligi —  $U_{bar}$  deyiladi.

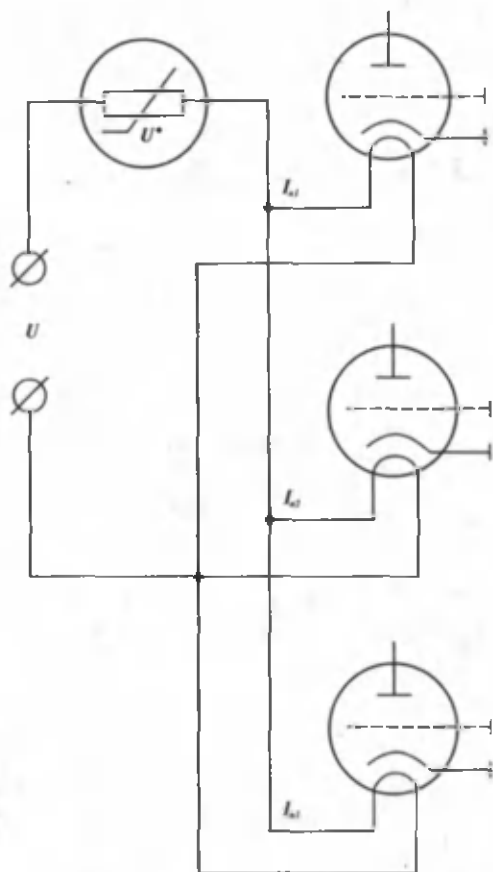
Gazorazryad stabilitronlar 5 dan 60 ma ga teng bo‘lgan barqaror toklarda 70 v va undan yuqori kuchlanishlarni barqarorlashda ishlatiladi. Yana shuni aytishimiz kerakki, kuchlanish stabilizatorlari elektron lampalarda yoki tranzistorlardan iborat bo‘ladi.

Tok stabilizatorlari — kuchlanishning o‘zgarishida zanjirdagi tok miqdorini o‘zgarmas qilib turishini avtomatik tarzda saqlab turadigan asboblardir. Tokni barqarorlashtirish uchun mo‘ljallangan asboblari baretterlar deb ataladi.

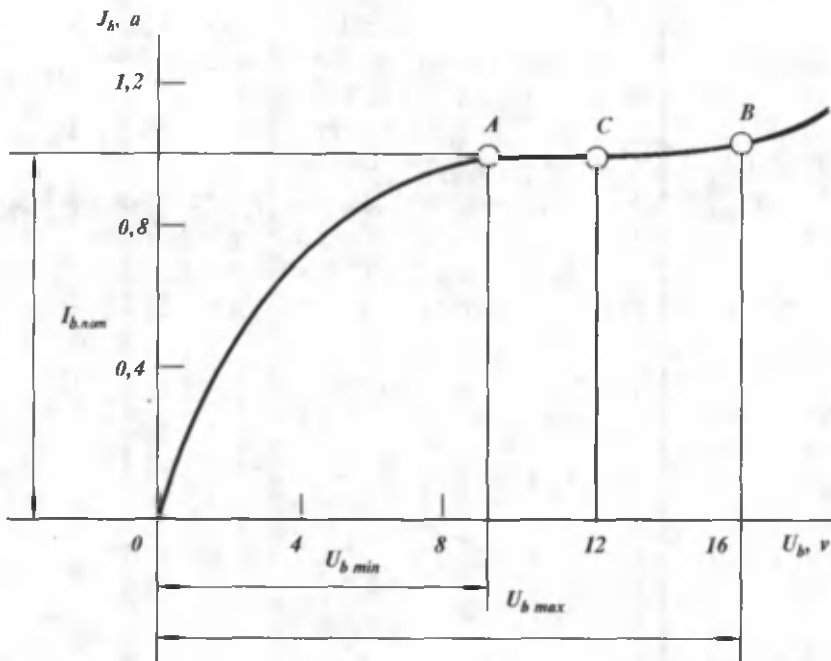
Baretterlar ko‘pincha elektron lampa cho‘g‘lanish tokini barqarorlashda ishlatiladi. Uni cho‘g‘lanish zanjiriga ketma-ket ulanadi, bunda lampani manbai uchun zarur kuchlanish ko‘pligi baretterda o‘chadi.

Parallel ulangan cho‘g‘lanuvchi hamma lampalarning umumiy toki baretterning nominal tokiga teng bo‘ladi:

$$I_{n1} + I_{n2} + I_{n3} = I_{b.nom}$$



4.4.2-rasm. Baretter ulanish sxemasi.



4.4.3-rasm. Baretter tokining kuchlanishdan bog‘liqlik egri chizig‘i.

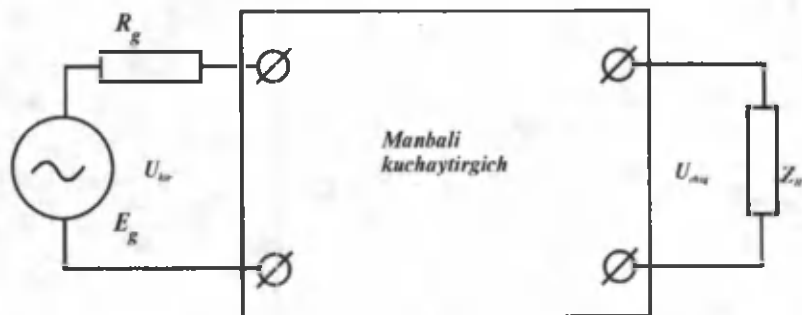
## 5-bob. ELEKTRON KUCHAYTIRGICHLAR

### 5.1. Kuchlanish, tok va quvvatning kuchaytirish turlari

Kuchaytirgichlar deb, berilgan (mumkin bo‘lgan) buzish darajasida elektr signallarini kuchaytirib beruvchi uskunaga aytiladi. Quvvatni kuchaytirish uskunasi oziqlantiruvchi (oziqlanish manbai) elektr toki manbaining energiyasi hisobiga kuchayadi.

Kuchaytirish asbobi umumiy ko‘rinishda faol to‘rt qutbli qilib tasvirlash mumkin. U, zanjirga elektr signallarini ( $U_{kir}$ ) kuchaytirish uchun ikkita chiqish zanjimi va kuchaygan signalni  $U_{chiq}$  olish uchun va uni yuklanish (nagruzka) zanjiriga berishga mo‘ljallangan 2 ta chiqish zanjimidan tashkil topgan. Nagruzkani  $Z_n$  qarshilik deb olish mumkin. Manba faol to‘rt qutblining ichida joylashgan.



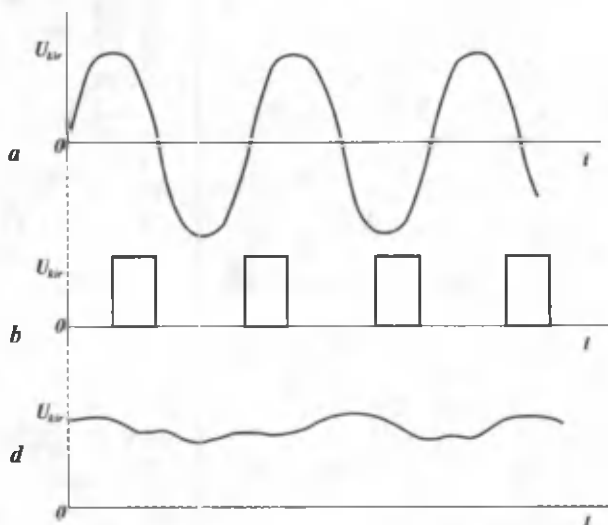


5.1.1-rasm. Faol to'rt qutbli kuchaytirish asbobi.

Kirish signalini turlari bo'yicha:

- a) garmonik tebranishli kuchaytirgichlar;
- b) impulslarni kuchaytirgichlar (impuls kuchaytirgich);
- d) o'zgarmas tok kuchaytirgichlar (to'g'rirog'i, sekin o'zgaradigan tokning kuchaytirgichlari) ga bo'linadi.

Undan tashqari, faza sezgir kuchaytirgichlar va operatsion kuchaytirgichlar bo'ladi.



5.1.2-rasm. Signal turlari: a — garmonik signal; b — to'g'ri burchakli impulslar; d — sekin o'zgaradigan o'zgarmas tok.

Kuchaytirish miqdorining turlari – kuchlanish, tok va quvvat kuchaytirgichlaridir. Shuni esda saqlash kerakki, quvvatni kuchaytirish hamma kuchaytirgichlarning asosiy xususiyatidir, lekin ulardan bir xillari eng ko‘p kuchlanishni, boshqalari tok bo‘yicha, uchinchilari quvvat bo‘yicha kuchaytiradi, shu sababli ularni mos ravishda kuchlanish, tok va quvvat kuchaytirgichlari deyiladi.

Garmonik tebranishlarni kuchaytirish spektr chastotasi bo‘yicha:

a) past chastotali kuchaytirgichlar (30÷100 Gs. dan 5÷20 kGs. gacha), ular radioaloqada, ovozli kinoda, televideniye orqali ovoz uzatishda, ovoz yozishda;

b) keng polosali kuchaytirgichlar (1 dan 100 mGs. gacha), ular elektron ossillograflarda, televizorlarning ko‘rish kanallarida va boshqalarda;

d) rezonans kuchaytirgichlar (30 kGs. dan 3000 mGs. va undan yuqori), ular radiopriyomniklarda radiosignallarni, televizorlarda, radiolokatsion stansiyalarda va boshqalarda topa oladigan kuchaytirgichlar sifatida ishlatiladi.

Kuchaytirish asbobining asosiy parametri bo‘lib, kuchaytirish koeffitsiyenti hisoblanadi.

Kuchlanish bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$K_u = U_{\text{chiq.}} / U_{\text{kir.}},$$

bu yerda:  $U_{\text{chiq.}}$ ,  $U_{\text{kir.}}$  — mos ravishda kuchaytirgichning chiqish va kirish kuchlanishi.

Tok bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$K_i = I_{\text{chiq.}} / I_{\text{kir.}},$$

bu yerda:  $I_{\text{chiq.}}$  — kuchaytirgich chiqishiga ulangan nagruzkadagi tok;  $I_{\text{kir.}}$  — kuchaytirgich kirishidagi tok.

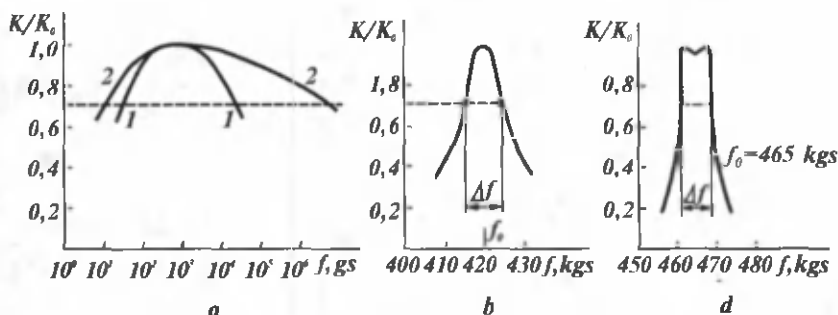
Quvvat bo‘yicha kuchaytirish koeffitsiyenti:

$$K_p = P_{\text{chiq.}} / P_{\text{kir.}},$$

bu yerda:  $P_{\text{chiq.}}$  – nagruzka chiqarayotgan faol quvvat;  $P_{\text{kir.}}$  – kuchaytirgichning kirish zanjiridagi ishlatiladigan quvvat.

Kuchaytirish texnikasida logarifmik birlik – detsibel ishlatiladi.

Shuni aytib o‘tishimiz lozimki, inson qulog‘i signallar darajasini 1 db ga o‘zgarganligini bilishi mumkin.



5.1.3-rasm. Kuchaytirgichlarning chastotali tavsiflari:

*a* – ovoz chastotasi kuchaytirgichlarning (1) va keng polosali kuchaytirgichlarning (2) chastota tavsiflari; *b* – rezonans kuchaytirgichning chastota tavsifi; *d* – polosali kuchaytirgich chastota tavsifi.

Kuchaytirgichning dinamik doirasi deb,

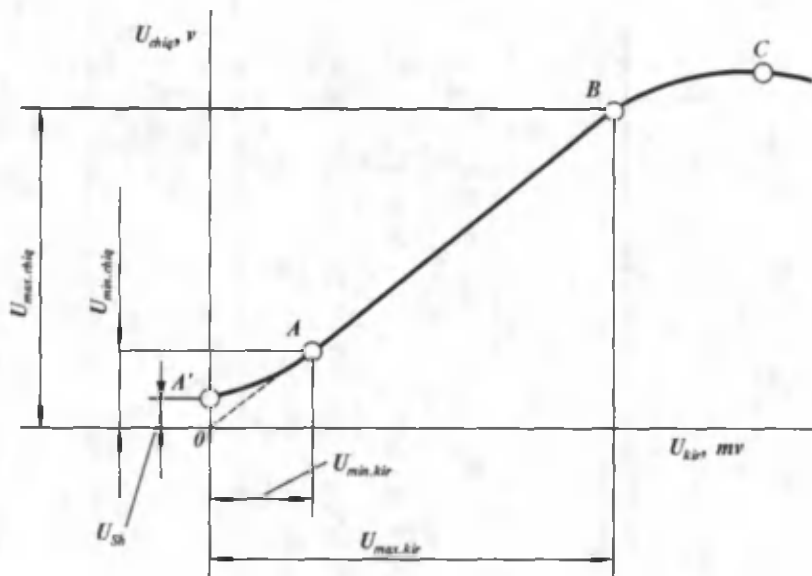
$$\frac{U_{\text{max.chiq.}}}{U_{\text{min.chiq.}}} = \frac{U_{\text{max.kir.}}}{U_{\text{min.kir.}}} = D \text{ ga aytiladi.}$$

Odatda kuchaytirgichning dinamik doirasi detsibellarda o‘lchanadi:

$$D \text{ (db)} = 20 \lg \cdot D = 20 \lg \frac{U_{\text{max.kir.}}}{U_{\text{min.kir.}}}$$

Past chastotali kuchaytirgichlarda dinamik doira 40÷60 db dan ko‘p bo‘lmaydi.

Amplituda tavsifi deb, o‘rtacha tovush chastotalarida olingan kuchaytirgichning chiqish kuchlanishining  $U_{\text{chiq.}}$  kirish kuchlanishiga  $U_{\text{kir.}}$  bog‘liqligiga aytiladi.



5.1.4-rasm. Kuchaytirgichning amplituda tafsifi.

## 5.2. Kuchaytirgichlardagi teskari aloqa

Kuchaytirgichlarda teskari aloqa deb, chiqish zanjiridagi signalning kirish zanjiriga ta'siriga aytiladi. Kuchaytirgichning chiqish signalini kirish bilan bog'lovchi elektr zanjiriga teskari aloqa zanjiri deyiladi.

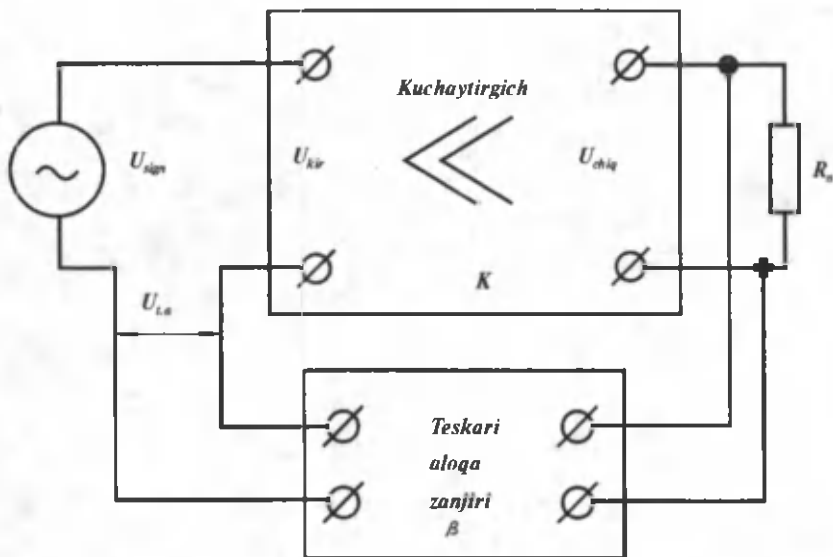
Umumiy kuchaytirish koeffitsiyentining oshishini keltirib chiqaradigan teskari aloqaga – musbat, umumiy kuchaytirish koeffitsiyentining kamayishini keltirib chiqaradigan teskari aloqaga esa manfiy deb ataladi.

Teskari aloqa kuchlanishi:

$$U_{tes.a.} = \beta U_{chiq.}$$

unda,  $\beta$  – teskari aloqa zanjiri uzatish koeffitsiyenti (teskari aloqa koeffitsiyenti):

$$\beta = U_{tes.a.} / U_{chiq.}$$



5.2.1-rasm. Teskari aloqali kuchaytirgichning tarkibiy sxemasi.

Teskari aloqada kuchaytirish ko'effitsiyenti:

$$K_{tes.a.} = U_{chiq} / U_{sign.}$$

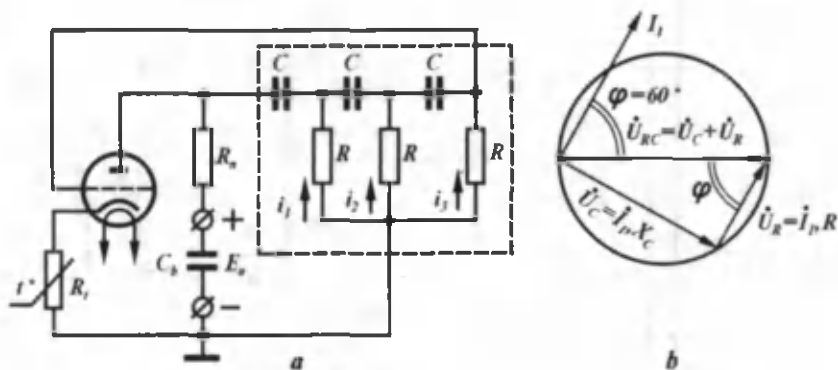
bu yerda:  $U_{sign.}$  – teskari aloqali kuchaytirgich kirishida faoliyat ko'rsatayotgan kuchlanish.

## 6-bob. ELEKTROGENERATORLAR VA O'LCHASH ASBOBLARI

### 6.1. Sinusoidal tebranishli elektron generatorlar

Lampali generator deb, elektron lampalar orqali o'zgarmas tokni (yoki sanoat chastotali o'zgaruvchan tokni) berilgan chastota  $f_0$  li o'zgaruvchan tokga aylantirib beradigan uskunaga aytiladi.

Tebranadigan konturli lampali generatorlarni yoki LC tipidagi generatorlarni yuqori chastotalarda ishlatish (20000 Gs. dan yuqori) qulaydir.



6.1.1-rasm. RC tipidagi sinusoidal kuchlanishli generatorlar:  
 a — generator sxemasi; b — RC zanjirning aylanma diagrammasi.

Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, RC zanjirda,  $\varphi$  burchak zanjirga keltiriladigan  $U_{RC}$  kuchlanish bilan  $U_R$  kuchlanish

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{\omega CR} \text{ formula orqali bog‘liq,}$$

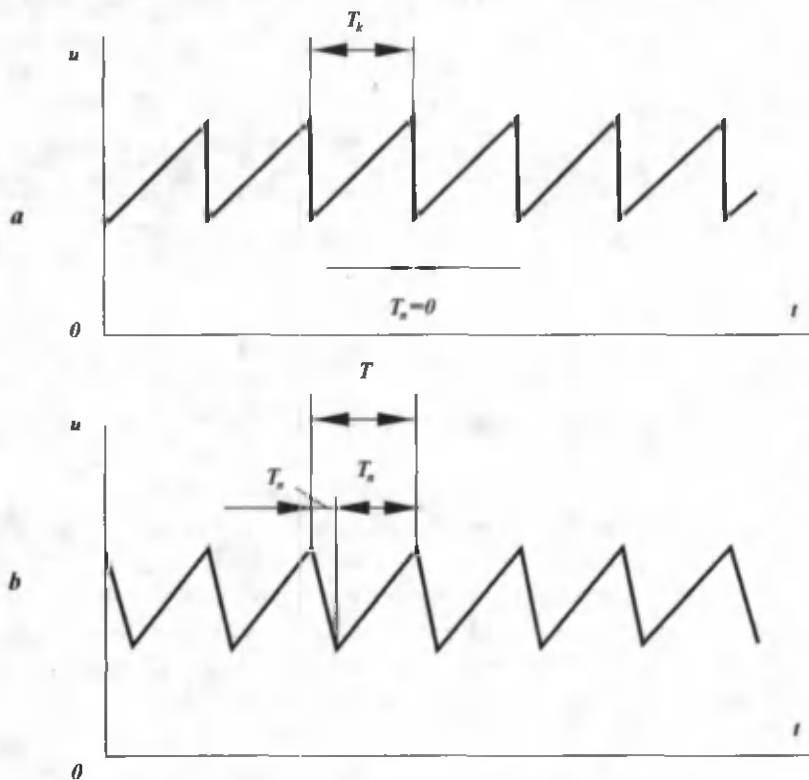
bu yerda:  $\varphi = \arctg \frac{1}{\omega CR}$  teng.

RC tipidagi generatorlar radioo‘lchagich texnikasida ishlatiladi hamda sinusoidal kuchlanishning keng chastota diapazonida — gers qismidan to o‘nlab kilogers qismigacha ishlatiladi.

## 6.2. Arrasimon kuchlanishli generatorlar

Arrasimon kuchlanishli generatorlar nosinusoidal tebranishli generatorlar turiga kiradi. Arrasimon kuchlanishli generatorlar deb, to‘g‘ri liniyalı qonun bo‘yicha solishtirma sekin o‘sib, so‘ng birinchi martadagi qiymatigacha tez kamayadigan kuchlanishga aytiladi. Mukammal arrasimon kuchlanishli egrilik 6.2.1-rasmda ko‘rsatilgan. Rasmdan ko‘rinib turibdiki, kuchlanish ortishining sodir bo‘lishi vaqtga to‘g‘ri proporsional, kuchlanishning kamayishi — darhol, shuningdek, vaqtning kamayishi 0 ga teng. Arrasimon kuchlanish

elektron ossilloqraflarda, radiolokatsion va elektro, radio o'lichagich texnikasida signallarni razvyortka qilishda keng qo'llaniladi.



6.2.1-rasm. Arrasimon kuchlanishning egriliklari:

$a$  — ideal kuchlanishli;  $b$  — arrasimon kuchlanishli;  $T$ — arrasimon kuchlanish davri;  $T_k$  — kuchaymoq vaqti;  $T_r$  — kuchlanishning pasayish vaqti.

Elektron o'lash asboblari fan va texnikaning har xil sohalarida ishlatiladi. Ularni ikki guruhga ajratish mumkin:

1) o'zgarmas tokni, past va yuqori chastotalarni elektr zanjirlarida o'lash uchun asboblari;

2) noelektron miqdorlarni elektron o'lash uchun asboblari.

Birinchi guruhga: elektron ossilloqraflar, elektron voltmترلar,

o'lchash generatorlari, quvvatni, aktiv qarshilikni, induktivlikni, sig'imni va boshqalarni o'lchovchi asboblarga kiradi.

Ikkinchi guruhga: detallarning o'lchamini, namlikni, haroratni, radioaktiv nurlanishni o'lchovchi asboblarga va boshqalarga kiradi.

Ushbu elektron asboblarning ichidan xalq xo'jaligida eng ko'p qo'llaniladiganlari bilan qisqacha tanishib chiqamiz. Bu elektron ostsilloqraf va elektron voltmetrlardir.

### **6.3. Elektron ostsilloqraf**

Elektron ostsilloqraf yoki ostsilloskop deb, o'zgaruvchilarni elektr proseslari vaqtida ko'rish yoki rasmga tushirish uchun mo'ljallangan asboblarga aytiladi.

Elektron ostsilloqraf uzunligi jihatidan mikrosekundlar ulushida elektr tebranishining amplitudasini, ikki kuchlanish orasidagi faza siljishini, ikki kuchlanish orasidagi chastotalarning o'zaro bog'lanishini o'lchash va boshqa ko'pgina o'lchashlarni, davriy qaytariladigan proseslarni ko'rishga imkoniyat yaratadi.

Elektron ostsilloqraf elektron-nur trubkadan, oziqlanuvchi blokdan, gorizontal va vertikal kirish kuchlanish kuchaytirgichidan (X va Y kuchaytirgichlar), kengaytirish (razvyortka) blokidan, sinxronlashtiradigan qurilma, amplituda va uzoqlik kalibratoridan tashkil topadi.

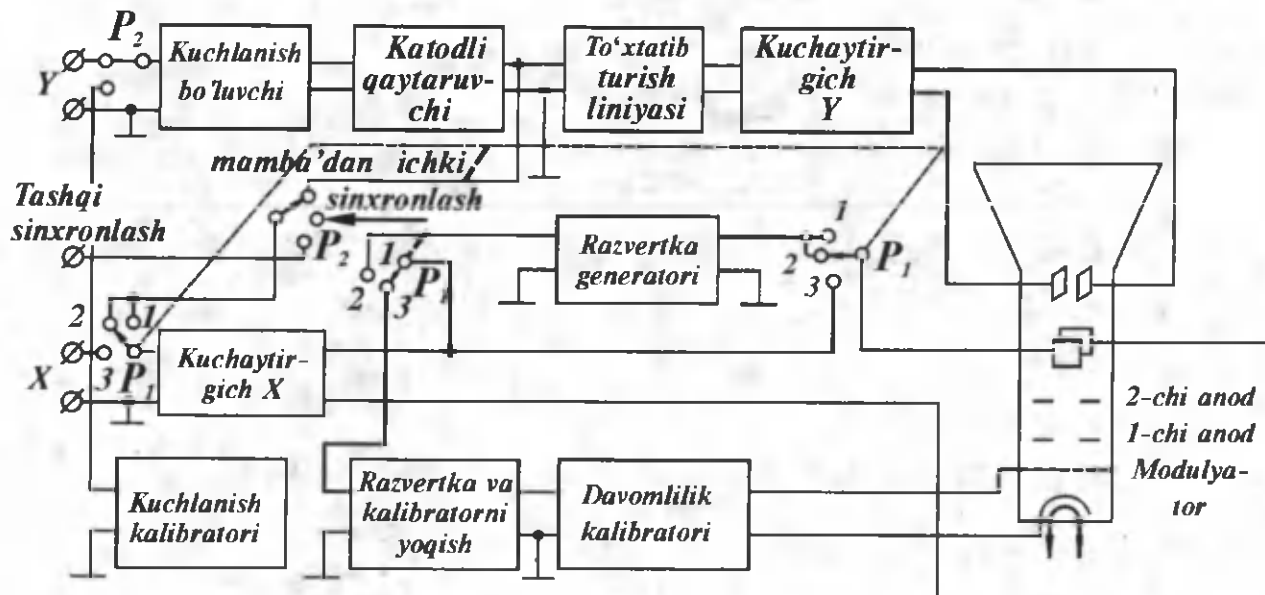
Elektron ostsilloqrafning tarkibiy sxemasi 6.3.1-rasmda ko'rsatilgan.

Jarayonlarning uzunligini o'lchash uchun uzunlik kalibratori xizmat qiladi. U o'ziga xos generator bo'lib, modulyatorga beriladigan ma'lum chastotani tashkil etuvchi qisqa impulslardan iborat bo'ladi.

### **6.4. Elektron voltmetrlar**

Elektron voltmetrlarning asosiy afzalligi, kirish qarshiligining kattaligidir va keng diapazon chastotalarida (500 MGs va undan yuqori) kuchlanishni o'lchash imkoniyati borligidir.

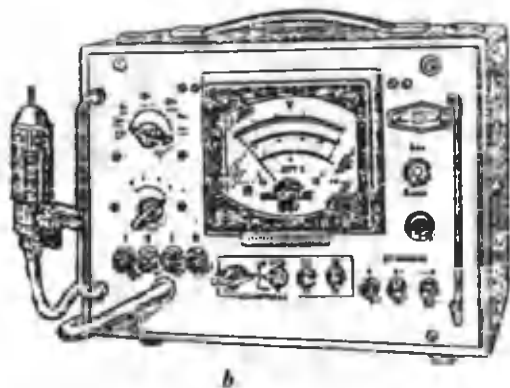
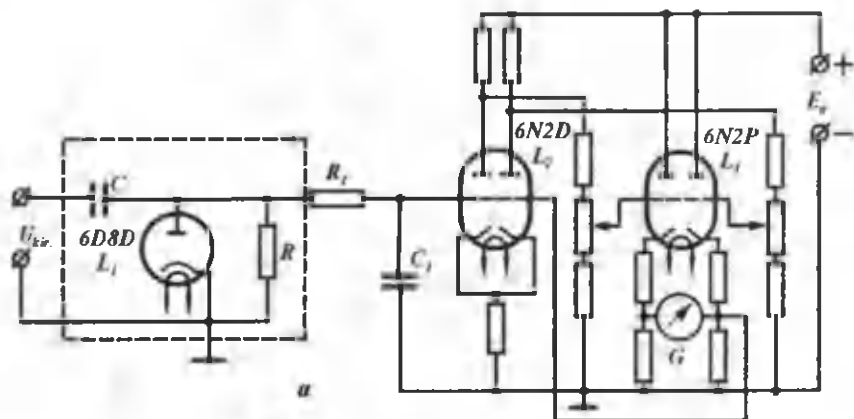




6.3.1-rasm. Elektron ostsillografnng tarkibiy sxemasi.

Ko'pgina lampali voltmetrlar sxemalarida diodli detektor va o'zgarmas tok kuchaytirgichi, uning magnitoelektrik o'lchash asbobi ulangan bo'ladi.

Asbob 220 v kuchlanish va 50 Gs chastotali o'zgaruvchan tokda ishlatiladi va u universal hisoblanadi, chunki o'zgaruvchan tokning 20 Gs dan 500 MGs gacha chastotalarda kuchlanishni o'lchashdan tashqari, o'zgarmas tokning 0,01 dan 500 v. gacha kuchlanishlarni va 1 Om. dan 50 MOm. gacha aktiv qarshiliklarning qiymatlarini o'lchashga mo'ljallangan.

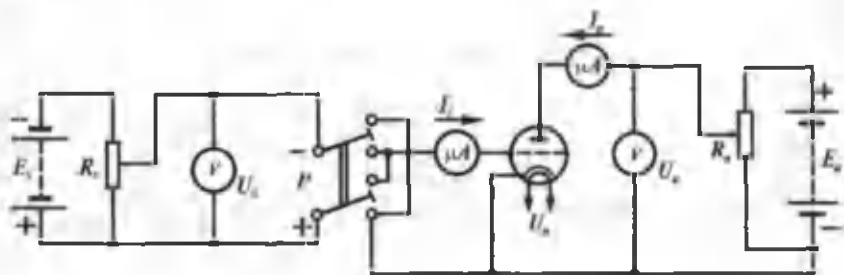


6.4.1-rasm. Lampali voltmetrning tartib sxemasi (a) va tashqi ko'rinishi (b).

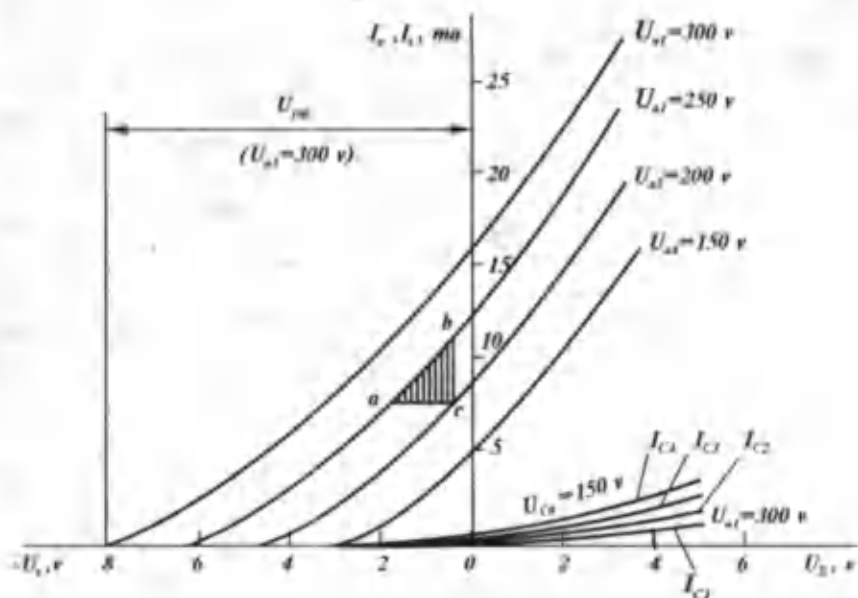
## 5-LABORATORIYA ISHI

### Elektrovakuumli triodning anod va anod-tur tavsifi hamda statik parametrlarini aniqlash

Triodning tavsifi sxemasi.



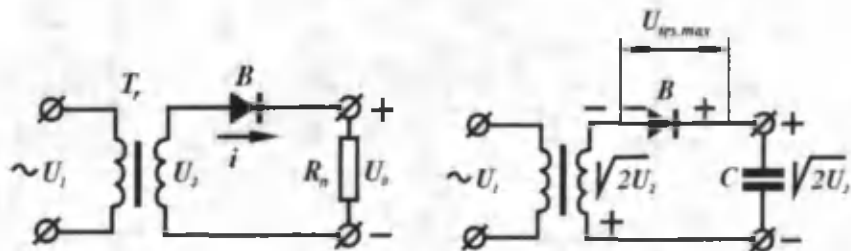
Statik parametrlarini aniqlash.



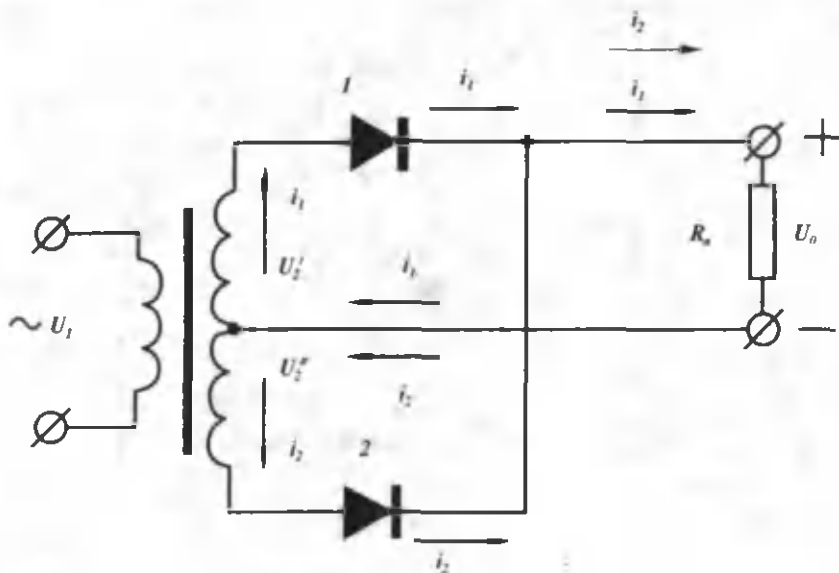
**Bir va ikki davrli kuchlanish to'g'rilagichlarning ostsillograf yordamida chiqish kuchlanishini tekshirish**

Laboratoriya ishida 145-betda keltirilgan ostsillografdan foydalanish lozim.

Bir davrli kuchlanish to'g'rilagichi sxemasi.



Ikki davrli kuchlanish to'g'rilagichi sxemasi.



## **6.5. Elektronika rivojlanishining istiqbollari**

Elektronika tarmog'i keyingi yillarda jahon bozorida juda katta yutuqlarga erishdi. Ayniqsa, mikroelektronika va kvant elektronikasi tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda.

Hozirgi paytda jahonda suyuq kristalli televizor, kompyuter ekranlari, kompyuterlashtirilgan maishiy elektr xo'jalik asboblari, robotlar keng ishlab chiqarilmoqda. Suyuq kristalli televizor, kompyuter ekranlari va shunga o'xshash asboblarning o'zlarining kam quvvat sarflashi, televizor va kompyuter ekranlari tashqi yorug'likning kuchligi darajasida ham sifatli ko'rinishi bilan ajralib turadi.

Bundan tashqari avtomobilsozlik sohasida uning roli beqiyosdir. Avtomobillar ishlab chiqaruvchi rivojlangan xorijiy mamlakatlarda uning qismlari (spidometr, taxometr, tezlikni ko'rsatuvchi asboblarning, radiomagnitopriyomniklar, soatlar, har xil boshqa datchiklar) elektronikaga asoslangandir. Ta'kidlash kerakki, sog'liqni saqlash tizimiga ko'plab elektronika bilan jihozlangan tibbiyot asboblari kirib kelmoqda. Bu nafaqat sog'liqni saqlash tizimi xodimlariga engilliklar tug'dirib qolmasdan, balki tibbiyot asboblarning ba'zi birlarini uy sharoitida ham ishlatishga imkon beradi.

Kelajagimiz bo'lgan kosmosni tadqiqot qilish sohasida ham elektronikani qo'llash katta yutuqlarga olib kelmoqda. Yuz millionlab kilometrlarga yetib borayotgan kosmik apparatlarni Yerdan turib boshqarilishi, boshqa makonlardagi holatlarni o'rganish imkoniyatlarini ortib borishi elektronikani naqadar muhimligini bildirmoqda.

## **7-bob. ELEKTR ENERGIYASINI TEJASH**

### **7.1. Elektr energiyasini tejashni tashkil etish**

Tabiat manbalaridan tejamlorlikda foydalanishning ahamiyati texnika va texnologiyaning taraqqiyotiga bog'liq. Elektr energiyasidan foydalanish ortib borgan sari, uning tannarxini kamaytirishda elektr energiyasini tejamlorlik bilan foydalanish katta ahamiyatga ega.

Hozirgi davrda dunyo miqyosida elektr energiyasini tejash tajribasi bor. Elektr energiyasini juda kam miqdorda sarflaydigan texnika va texnologiya uskunalari, mexanizmlari va uy-ro'zg'or asboblari ishlab chiqarilmoqda. Elektr stansiyalarda ishlab chiqariladigan elektr energiyasining ko'p miqdori iste'molchiga yetib borguncha yo'qolib ketadi.

Elektr energiyasining joylarda yo'qolishi taxminan quyidagicha:

Ob'yektlar	Yo'qolishi, % hisobida
Elektr uskunalarida yo'qolish	25
Yordamchi uskunalarda sarf bo'lishi	20
Asosiy uskunalarda mexanikaviy yo'qolish	45
Texnologiyali (foydali) elektr sarf bo'lishi	10

Shuning uchun iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda va elektr tarmoqlarini rivojlantirishda undan maksimal ravishda rasional foydalanishga ahamiyat berish zarur.

Shuni alohida qayd etish kerakki, sanoat, transport, qurilish va qishloq xo'jaligida taxminan 30 % elektr energiya foydasiz sarflanadi.

Agarda O'zbekistonda elektr energiyasidan tejamkorlik bilan foydalanilsa, har bir milliard kilovatt-soat ishlatilgan energiya hisobiga 100 million kilovatt-soat elektr energiyasini tejash mumkin. Bu, har yili tejalgan 100 million kilovatt-soat elektr energiya hisobiga 50 ming tonna yonilg'ini tejash mumkin. Bulardan tashqari, elektr stansiyalarning kapital qurilishiga sarf bo'ladigan materiallar, xomashyolar tejiladi. Shuning uchun ham elektr energiyasini tejamli ravishda sarf qiladigan uskunalar, mexanizmlar ishlab chiqarishga ahamiyat berilishi kerak.

## 7.2. Elektr energiyasini sanoatda tejash

Korxonalarda elektr energiyasidan foydalanishni to'g'ri hisoblash amalga oshirilsa, tejashda ko'p masalalarni yechish oson

bo'lardi. Agarda korxonada har bir sexda elektr energiyasini hisoblaydigan schetchiklar o'rnatilgan, u holda chiqarilgan mahsulotning tannarxini to'g'ri aniqlanadi.

Korxonadan boshqa iste'molchilar elektr energiyasini olsalar, ularga ham alohida schetchiklar o'rnatish zarur, chunki aks holda ularning sarf qilgan elektr energiyasi mahsulot tannarhiga kiritiladi. Bulardan tashqari, yordamchi sexlar va bo'limlar, ta'mirlash-mexanikaviy ustaxonalar, suv isitish qozonlari va avtomobil saroylari va boshqa qurilmalarga alohida schetchiklar o'rnatilishi zarur. Asosiy ishlab chiqarish uskunalari elektr energiyasi bilan alohida ta'minlanishi kerak.

Elektr energiyasidan foydalanishda har bir ish joyini nazorat qilib borish kerak. Undan foydalanishda har bir tayyorlangan mahsulot uchun elektr energiyasini me'yorlash zarur.

Elektr dvigatelidan foydalanishda uni yuklantirish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_{yu} = P_f / P_n,$$

bu yerda:  $P_f$  — elektr dvigatelining o'qidagi foydali quvvati, kVt;  $P_n$  — elektr dvigatelining nominal quvvati, kVt.

Agarda mashina, mexanizm yoki boshqa uskunalarning quvvatini tezda (operativ) aniqlash zarur bo'lsa, u holda ularning pasportlarini ko'rib chiqish kerak.

Elektr dvigatelining pasportida quyidagi ma'lumotlar bo'ladi:

—  $P_n$  — nominal quvvat, kVt;

—  $\cos \varphi_n$  — nominal quvvatining koeffitsiyenti;

—  $I_n$  — elektr dvigatelining nominal toki, A;

—  $U_n$  — elektr dvigatelining nominal kuchlanishga mo'ljallangan, V.

Elektr dvigatelining nominal bo'lgan foydali ish koeffitsiyenti:

$$\eta_n = \frac{P_n \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi_n},$$

bu yerda:  $P_n$  — nominal quvvat, kVt;  $U_n$  — nominal kuchlanish, V;  $I_n$  — nominal tok, A.

Shuni aytish kerakki, elektr dvigatelning ishini nazorat qilishda uning yuklantirish koeffitsiyenti  $K_{yu}$  asosiy hisoblanadi.

### **7.3. Korxonalarining elektr energiyasini sarflash balansi**

Korxonalarda elektr energiyasini sarflashni nazorat qilish uchun balans tuziladi. Bunda har bir mashina, mexanizm, yoritish va isitish asboblari hisobga olinadi.

Balansning asosiy moddalariga qo'yidagilar kiradi:

- ishlab chiqarish uskunalarning elektr energiyasi sarflashi;
- uskunalarining uzatuvchilarida energiyaning yo'qolishi;
- havoni tozalab, namlab turuvchi qurilmalarda energiyaning sarflanishi;
- ishlab chiqarish xonalari, me'yorlashga qo'shilgan xonalar, sexlarni yoritishga sarf bo'ladigan elektr energiya;
- yordamchi xonalar, omborxonalarini yoritish uchun sarflanadigan, mexyorga kiritilgan energiya;
- ishlab chiqarishga aloqasi yo'q xonalar;
- ishlab chiqarishga yordamchi xonalar;
- iste'molchilarni elektr bilan ta'minlaydiag'gan elektr tarmoqlarida elektr energiyaning yo'qolishi;
- sexlarning ichidagi elektr tarmoqlarida yo'qolgan elektr energiya;
- korxonaning transformatorida yo'qoladigan elektr energiya miqdori.

Shuni aytib o'tish kerakki, agarda korxonada ishlab chiqaradigan mahsulot uchun belgilangan me'yorlarni ko'proq sarf qilib qo'ygvn taqdirda, mahsulotning narxi oshib ketadi. Shuning uchun har bir tadbirkor, mutaxassis elektr energiyasini tejash qoidalarini bilishi lozim.

### **7.4. Elektr energiyasini ishlab chiqarishda me'yorlash**

Elektr energiyasini tejashda har xil tadbirlar qo'llaniladi. Shulardan biri, ishlab chiqariladigan mahsulotga sarflanadigan elektr energiyasini me'yorlash sanaladi.



Masalan, bir tonna metallni eritib olsht uchun sarf bo'ladigan elektr energiya

$$E_{\text{erit}} = P_n \cdot t \cdot \eta, \quad \text{kVt/soat},$$

bu yerda:  $P_n$  — elektropechning nominal quvvati, kVt;  $t$  — metallni erish vaqti, soat;  $\eta$  — elektropechning foydali ish ko'effitsiyenti.

Metallni eritgandan boshlab, to uni quyib olishgacha bo'lgan vaqt davrida suyuq metallni saqlab turish uchun sarf bo'ladigan elektr energiya quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$E_{\text{sarf}} = P_n(1 - \eta) \cdot t + P_{\text{bo'sh}} \cdot t_{\text{davr}} \cdot K_{\text{foyd}},$$

bu yerda:  $P_{\text{bo'sh}}$  — elektropech bo'sh bo'lgan xolatdagi quvvat, kVt;  $t_{\text{davr}}$  — metall eritilgandan boshlab quyib bo'lgan o'tgan vaqt, soat;  $K_{\text{foyd}}$  — elektropechning foydali ish ko'effitsiyenti.

Bir tonna metallni eritib olish uchun sarf bo'ladigan elektr energiya me'yori quyidagicha aniqlanadi:

$$E_{\text{me'yor}} = \frac{P \cdot t \cdot \eta + P_n(1 - \eta) \cdot t + P_{\text{bo'sh}} \cdot t_{\text{davr}} \cdot K_{\text{foyd}}}{G_{\text{met}} \cdot K_{\text{olin}}}, \quad \text{kVt/soat},$$

bu yerda:  $G_{\text{met}}$  — metallning miqdori, kg;  $K_{\text{olin}}$  — sof olingan metall quymasi ko'effitsiyenti.

Boshqa mahsulotlar ishlab chiqarish uchun ham elektr energiyasi miqdorini hisoblash borasida ko'rsatilgan qoidalar qo'llaniladi.

---

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. К. Адылов. Электрофикация сельского хозяйства Узбекистана. Т., «Ўзбекистон», 1970.
2. К. Адылов. Вопросы экономии электроэнергии и топлива в народном хозяйстве. Т., «Ўзбекистон», 1974.
3. Использование электроэнергии в сельском хозяйстве Узбекистана. Т., «Ўзбекистон», 1974.
4. К. Адылов. Справочник электрика. Т., «Ўзбекистон», 1983.
5. A. S. Karimov, M. M. Mirhaydarov. Nazariy elektrotexnika. Т., «O'qituvchi», 1979.
6. К. Адылов. О применении глубоких вводов с трансформаторами на напряжение 35/10/16/0,4 и 110/10/6 кв. Журнал «Промышленная энергетика», № 9, 1963.
7. К. Адылов, М. У. Азимов. Э. Н. Бабушкина, Л. Р. Холматова. Тексты лекций по социально-экономическим факторам безопасности жизнедеятельности. Т., «Ўзбекистон», 1992.
8. К. Адылов. Трансформаторные подстанции 35/0,4 кв. Бюллетень научно-технической информации института НТИ. Журнал «Новая техника», №10, 1962.

---

## MUNDARIJA

Kirish .....	3
--------------	---

### *Birinchi bo'lim.*

## UMUMIY ELEKTROTEXNIKA

<b>1-bob. Elektr to'g'risida asosiy tushuncha</b> .....	5
1.1. Elektr .....	5
1.2. O'tkazgichlar va izolyatorlar .....	6
1.3. O'zgarmas tok elektr zanjiri .....	7
1.4. Tok kuchi .....	9
1.5. Om qonuni .....	10
1.6. Joul-Lens qonuni .....	11
1.7. O'zgarmas tok ishi va quvvati .....	11
1.8. Qarshiliklarni ketma-ket ulash .....	12
1.9. Qarshiliklarni parallel ulash .....	13
1.10. Qarshiliklarni aralash ulash .....	14
1.11. Kirxgofning birinchi qonuni .....	15
1.12. Kirxgofning ikkinchi qonuni .....	15
1-laboratoriya ishi .....	16
<b>2-bob. Elektr maydoni</b> .....	17
2.1. Elektr maydoni va uning xususiyatlari .....	17
2.2. Statik elektr .....	19
2.3. Elektr sig'imi .....	19
2.4. Kondensatorlar .....	21
2.5. Kondensatorlarni ketma-ket va parallel ulash .....	23
<b>3-bob. Elektromagnetizm</b> .....	24
3.1. Elektromagnit .....	24
3.2. Toki bor o'tkazgichlarga magnit maydonining ta'siri .....	25
3.3. Ferromagnitli materiallarni magnitlash .....	26
3.4. To'liq tok qonuni .....	28
<b>4-bob. O'zgaruvchan tok</b> .....	29
4.1. Bir fazali sinusoidal o'zgaruvchan tok zanjirlari. Sinusoidal o'zgaruvchan elektr yurituvchi kuch va toklar .....	29

4.2. Bir fazali sinusoidal o'zgaruvchan tok .....	32
4.3. O'zgaruvchan tokning samarali va o'rtacha qiymatlari .....	34
4.4. Aktiv qarshilik ulangan o'zgaruvchan tok elektr zanjiri .....	35
4.5. Induktiv qarshilik ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri .....	38
4.6. Sig'im qarshiligi ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri .....	40
4.7. Aktiv qarshilik va induktiv ulangan tok zanjiri .....	41
4.8. Aktiv qarshilik va sig'im ulangan o'zgaruvchan tok zanjiri .....	43
4.9. O'zgaruvchan tok zanjirida kuchlanish rezonansi .....	44
4.10. O'zgaruvchan tok zanjirida tokning rezonansi .....	45
<b>5-bob. Uch fazali tok</b> .....	<b>47</b>
5.1. Uch fazali elektr yurituvchi kuch (e.yu.k.)ni hosil qilish .....	47
5.2. Uch fazali o'zgaruvchan tok zanjiri .....	48
2-laboratoriya ishi .....	51
<b>6-bob. O'zgarmas tok elektr mashinalari</b> .....	<b>52</b>
6.1. O'zgarmas tok mashinalarining tuzilishi .....	52
6.2. O'zgarmas tok mashinasining ishlash tartibi .....	53
6.3. O'zgarmas tok mashinalarining uyg'otish sistemalari .....	54
6.4. O'zgarmas tok generatorining elektr tavsifi .....	56
<b>7-bob. O'zgaruvchan tok mashinalari</b> .....	<b>59</b>
7.1. Sinxron va asinxron generatorlar hamda dvigatellar .....	59
7.2. O'zgaruvchan tok generatorlari .....	60
7.3. Sinxron va asinxron dvigatellar .....	62
3-laboratoriya ishi .....	66
<b>8-bob. Transformatorlar</b> .....	<b>67</b>
8.1. Transformatorlarning vazifasi .....	67
8.2. Transformatorlarning tuzilishi .....	68
8.3. Transformatorning ishlash prinsipi .....	69
8.4. Uch fazali transformator .....	71
8.5. Avtotransformatorlar .....	73
8.6. Transformatorlarda quvvatning yo'qolishi va foydali ish koeffitsiyenti .....	73
4-laboratoriya ishi .....	75
<b>9-bob. Elektr o'lchovlari</b> .....	<b>75</b>
9.1. Elektr o'lchov asboblari .....	76
9.2. O'lchov mexanizmlari .....	78

9.3. Elektromagnit sistema asboblari .....	80
9.4. Elektrodinamik sistema asboblari .....	81
9.5. Ferromagnit sistema asboblari .....	82
9.6. Elektrostatik sistema asboblari .....	83
9.7. Induksion sistema o'Ichov mexanizmi .....	84
9.8. Tokni va kuchlanishni o'Ichash .....	85
9.9. Kuchlanish va tok transformatorlari .....	86
9.10. Quvvat va energiyani o'Ichash .....	87
9.11. Qarshiliklarni o'Ichash .....	87
9.12. Elektrsiz bo'lgan miqdorlarni o'Ichash .....	89
<b>10-bob. Elektr apparatlari va avtomatika .....</b>	<b>89</b>
10.1. Yuqori kuchlanish apparatlari .....	90
10.2. Past kuchlanish apparatlari va avtomatlari .....	91
<b>11-bob. Elektroenergiyani ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash .....</b>	<b>97</b>
11.1. Elektroenergiyani ishlab chiqarish .....	97
11.2. Elektrostansiyalarning yuklanish (nagruzka) grafigi .....	97
11.3. Elektrostansiyalarning quvvatini tanlash .....	98
11.4. Elektroenergiyani uzatish .....	99
11.5. Elektroenergiyani taqsimlash .....	100
11.6. Simlarning ko'ndalang kesimini tanlash .....	101
<b>12-bob. Texnika xavfsizligi .....</b>	<b>102</b>

*Ikkinchi bo'lim.*

**ELEKTRONIKA ASOSLARI**

<b>1-bob. Elektrovakuum va gazorazryad asboblari .....</b>	<b>104</b>
1.1. Elektrovakuum lampalarning tuzilishi va ishlash tartibi, diod, uning volt-ampere tavsifi, parametrlari, ishlatiladigan sohasi .....	104
1.2. Uch elektrodli lampa (triody)lar, boshqaruv turining roli, tavsifi, parametrlari va ishlatilishi .....	109
1.3. Ko'p elektrodli elektrovakuum asboblari to'g'risida tushuncha, elektron lampalarni belgilash .....	113
1.4. Gazorazryad yoki ionli elektron asboblari, ularning shartli belgilari .....	115
<b>2-bob. Yarim o'tkazgichli asboblari .....</b>	<b>116</b>
2.1. Yarim o'tkazgichlar va ularning xossalari .....	116
2.2. Yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi .....	117
2.3. Yarim o'tkazgichli diod, volt-ampere tavsifi, parametrlari, belgilanishi, tuzilishi va ishlatilishi .....	118

2.4. Bipolyar tranzistorlar, ularning tuzilishi va usullari .....	120
2.5. Umumiy emitter sxemasi bilan ulangan tranzistorlarning parametrlari va tavsifi .....	122
2.6. Tranzistorlarning tuzilishi va ishlash jarayoni, dinistorlar, volt-amper tavsifi .....	124
<b>3-bob. Fotoelektron asboblari</b> .....	125
3.1. Tashqi va ichki fotoeffektli fotoelementlar .....	125
3.2. Lampali fotoelementlarning tuzilishi, ishlash tartibi, asosiy tavsiflari va parametrlari .....	125
3.3. Fotoelektron ko'paytirgichlar .....	127
3.4. Fotorezistorlar .....	128
3.5. Quyosh fotoelementlari va fotodiodlar, ularning ishlatiladigan sohasi .....	129
<b>4-bob. Elektron to'g'rilagichlar va stabilizatorlar</b> .....	130
4.1. To'g'rilagichlar haqida umumiy tushunchalar .....	130
4.2. Bir fazali va uch fazali to'g'rilagichlar shakli, ularning ishlash jarayoni .....	131
4.3. Tekislovchi to'siqlar .....	133
4.4. Tok va kuchlanish stabilizatorlari, ularning vazifasi .....	134
<b>5-bob. Elektron kuchaytirgichlar</b> .....	136
5.1. Kuchlanish, tok va quvvatning kuchaytirish turlari .....	136
5.2. Kuchaytirgichlardagi teskari aloqa .....	140
<b>6-bob. Elektrogeneratorlar va o'lchash asboblari</b> .....	141
6.1. Sinusoidal tebranishli elektron generatorlar .....	141
6.2. Arrasimon kuchlanishli generatorlar .....	142
6.3. Elektron ostsillograf .....	144
6.4. Elektron voltmetrlar .....	144
5-laboratoriya ishi .....	147
6-laboratoriya ishi .....	148
6.5. Elektronika rivojlanishining istiqbollari .....	149
<b>7-bob. Elektr energiyasini tejash</b> .....	149
7.1. Elektr energiyasini tejashni tashkil etish .....	149
7.2. Elektr energiyasini sanoatda tejash .....	150
7.3. Korxonalarining elektr energiyasini sarflash balansi .....	152
7.4. Elektr energiyasini ishlab chiqarishda me'yoriylash .....	152
Foydalanilgan adabiyotlar .....	154

**O29 Odilov Q., Odilov Q. Umumiy elektrotexnika va elektronika asoslari. Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma -- T.: «ILM ZIYO», 2005. -- 160 b.**

**I. Muallifdosh.**

**BBK 31.2ya722+85**

QODIR ODILOV, QOBULJON ODILOV

**YMUMIY ELEKTROTEXNIKA  
VA ELEKTRONIKA ASOSLARI**

*Akademik litsey va kasb-hunar kollejlari uchun  
o'quv qo'llanma*

Toshkent — «ILM ZIYO» — 2005

Muharrir *R. Rahmatullayeva*  
Rassom *Sh. Xo'jayev*  
Badiiy muharrir *F. Samadov*  
Texnik muharrir *F. Karimova*  
Musahhiha *M. Usmonova*

2005-yil 10-martda chop etishga ruxsat berildi. Bichimi 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Tayms»  
harfida terilib, ofset usulida chop etildi. Bosma tabog'i 10,0.  
Nashr tabog'i 10,0. 2000 nusxa. Buyurtma №26.  
Bahosi shartnoma asosida.

«ILM ZIYO» nashriyot uyi. 700129, Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.  
Shartnoma № 47-2004.

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining  
«O'qituvchi» nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi.  
Toshkent, Yunusobod dahasi, Murodov ko'chasi, 1-uy. 2005.